

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP05/000949

International filing date: 19 January 2005 (19.01.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP
Number: 2004-010896
Filing date: 19 January 2004 (19.01.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 07 April 2005 (07.04.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

15.02.2005

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 4 年 1 月 1 9 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 4 - 0 1 0 8 9 6
Application Number:

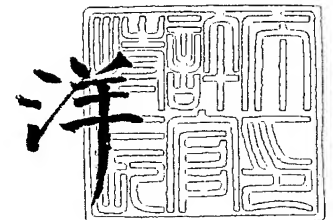
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 4 - 0 1 0 8 9 6]

出 願 人 トヨタ自動車株式会社
Applicant(s):

2 0 0 5 年 3 月 2 4 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川



【書類名】 特許願
【整理番号】 PY20032400
【提出日】 平成16年 1月19日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 F01L 13/00
F02D 13/02

【発明者】
【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車 株式会社 内
【氏名】 谷 昌章

【発明者】
【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車 株式会社 内
【氏名】 立野 学

【発明者】
【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車 株式会社 内
【氏名】 吉原 裕二

【発明者】
【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車 株式会社 内
【氏名】 細田 文典

【発明者】
【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車 株式会社 内
【氏名】 清水 弘一

【特許出願人】
【識別番号】 000003207
【氏名又は名称】 トヨタ自動車 株式会社

【代理人】
【識別番号】 100068755
【弁理士】
【氏名又は名称】 恩田 博宣

【選任した代理人】
【識別番号】 100105957
【弁理士】
【氏名又は名称】 恩田 誠

【先の出願に基づく優先権主張】
【出願番号】 特願2003-206918
【出願日】 平成15年 8月 8日

【手数料の表示】
【予納台帳番号】 008268
【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】
【物件名】 特許請求の範囲 1
【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1
【包括委任状番号】 9710232
【包括委任状番号】 0101646

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

内燃機関のシリンダヘッドに備えられたカム側からのバルブ駆動力をバルブ側に伝達する伸介駆動機構と、該伸介駆動機構に設けられたバルブ特性操作部に係合して該バルブ特性操作部を軸方向に移動することでバルブ特性を調節するコントロールシャフトと、該コントロールシャフトをバルブ特性調節のために軸方向に移動するアクチュエータとを備えた内燃機関の可変動弁機構であって、

前記コントロールシャフトは、前記バルブ特性操作部に係合する係合部では材質が高強度の材料が用いられ、他の部分では前記係合部と異なる材質の材料によりコントロールシャフト全体の熱膨張率がシリンダヘッドの熱膨張率に近づけられていることを特徴とする内燃機関の可変動弁機構。

【請求項 2】

請求項 1 において、前記シリンダヘッドは軽合金系材料からなり、前記コントロールシャフトの係合部は鉄系材料からなり、前記コントロールシャフトの他の部分は軽合金系材料からなることを特徴とする内燃機関の可変動弁機構。

【請求項 3】

請求項 2 において、前記軽合金系材料は、アルミニウム合金材料又はマグネシウム合金材料であることを特徴とする内燃機関の可変動弁機構。

【請求項 4】

請求項 1～3 のいずれかにおいて、前記コントロールシャフトの他の部分は前記シリンダヘッドと同一の材質であることを特徴とする内燃機関の可変動弁機構。

【請求項 5】

請求項 1～3 のいずれかにおいて、前記コントロールシャフトは、前記シリンダヘッドの熱膨張率と略同一となるように、前記係合部の材質と長さ及び前記他の部分の材質と長さが設定されていることを特徴とする内燃機関の可変動弁機構。

【請求項 6】

請求項 1～5 のいずれかにおいて、前記コントロールシャフトの係合部と前記コントロールシャフトの他の部分とは別体に形成されて軸上にて当接状態で配列されることで前記コントロールシャフトが構成され、該コントロールシャフトの一端に前記アクチュエータを備え、他端に前記アクチュエータ側にコントロールシャフトを付勢する付勢手段を備えたことを特徴とする内燃機関の可変動弁機構。

【請求項 7】

請求項 1～5 のいずれかにおいて、前記コントロールシャフトは軸方向において前記他の部分の材質の連続性が維持されていることを特徴とする内燃機関の可変動弁機構。

【請求項 8】

請求項 7 において、前記他の部分は、全てが一体に形成され、前記係合部を埋設状態で支持していることを特徴とする内燃機関の可変動弁機構。

【請求項 9】

請求項 7 又は 8 において、前記係合部は、前記バルブ特性操作部に対してコントロールピンを介して係合すると共に、前記コントロールピンを支持するために前記コントロールシャフトにおいて前記コントロールピンの周辺に設けられていることを特徴とする内燃機関の可変動弁機構。

【請求項 10】

請求項 1～9 のいずれかにおいて、前記伸介駆動機構は、前記コントロールシャフトの係合部に支持されたコントロールピンに係合されて前記コントロールシャフトの軸方向移動に連動して移動する前記バルブ特性操作部と、前記バルブ特性操作部と第 1 スプライン機構を介して係合することにより前記カム側からのバルブ駆動力を受けて前記バルブ特性操作部に伝達する入力部と、前記バルブ特性操作部と第 2 スプライン機構を介して係合することにより前記バルブ特性操作部からのバルブ駆動力を伝達されて前記バルブ側へ出力する出力部とを備え、前記第 1 スプライン機構と前記第 2 スプライン機構とのねじれ角が異



なることにより、前記コントロールシャフトの軸方向移動により前記入力部と前記出力部との相対的位置関係が変更されることでバルブ特性を調節することを特徴とする内燃機関の可変動弁機構。

【書類名】 明細書

【発明の名称】 内燃機関の可変動弁機構

【技術分野】

【0001】

本発明は、内燃機関においてコントロールシャフトをアクチュエータにより軸方向に移動することでバルブ特性を調節する内燃機関の可変動弁機構に関する。

【背景技術】

【0002】

コントロールシャフトをアクチュエータにより軸方向に移動させ、このコントロールシャフトに係合するスライダギアを軸方向に移動することでバルブ特性を調節する内燃機関の可変動弁機構が知られている（例えば特許文献1参照）。

【特許文献1】 特開 2001-263015号公報（第7-12頁、図5-28）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

このように可変動弁機構のコントロールシャフトは、スライダギアを軸方向に移動させるため、スライダギアに対する係合部には大きな力がかかる。特にバルブリフト量を大きくする方向にスライダギアを移動させる場合には係合部に大きな力が作用する傾向にある。このためコントロールシャフトの強度が不十分であると係合部が変形するおそれがある。このような変形を防止するため、コントロールシャフトには鉄系材料などの材質が高強度の材料を用いている。

【0004】

しかしエンジン軽量化のためにアルミ合金などの軽合金系材料がシリンダヘッドに用いられた場合には、シリンダヘッドの熱膨張率が鉄系材料に比較して可成り大きくなる。具体的には2倍程度に大きくなる。したがって可変動弁機構のコントロールシャフトに鉄系材料を用いていたのでは、エンジン冷間時とエンジン暖機後とでは、コントロールシャフト上における係合部の位置がシリンダヘッドに対して相対的に大きくずれることになる。このためアクチュエータ側でコントロールシャフトの移動量を検出してコントロールシャフトの移動量を制御しようとしても、係合部の軸方向位置が温度によりずれているので、バルブリフト量などのバルブ特性を高精度に制御できなくなるおそれがある。

【0005】

コントロールシャフトをシリンダヘッドと同じ材質であるアルミ合金などの軽合金系材料に変更することにより、熱膨張率をシリンダヘッドに適合させれば、バルブ特性制御を高精度に維持させることができる。しかしアルミ合金などの軽合金系材料は鉄系材料ほどの強度がなく、スライダギア側からの反力により係合部が変形するおそれがある。

【0006】

本発明は、コントロールシャフトの強度を維持し、かつ高精度なバルブ特性制御を可能とする内燃機関の可変動弁機構を目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

以下、上記目的を達成するための手段及びその作用効果について記載する。

請求項1に記載の内燃機関の可変動弁機構は、内燃機関のシリンダヘッドに備えられたカム側からのバルブ駆動力をバルブ側に伝達する仲介駆動機構と、該仲介駆動機構に設けられたバルブ特性操作部に係合して該バルブ特性操作部を軸方向に移動することでバルブ特性を調節するコントロールシャフトと、該コントロールシャフトをバルブ特性調節のために軸方向に移動するアクチュエータとを備えた内燃機関の可変動弁機構であって、前記コントロールシャフトは、前記バルブ特性操作部に係合する係合部では材質が高強度の材料が用いられ、他の部分では前記係合部と異なる材質の材料によりコントロールシャフト全体の熱膨張率がシリンダヘッドの熱膨張率に近づけられていることを特徴とする。

【0008】

コントロールシャフトにおいて、前記係合部では材質が高強度の材料が用いられ、他の部分では係合部と異なる材質の材料を用いることによりコントロールシャフト全体の熱膨張率がシリンダヘッドの熱膨張率に近づけられている。このようにコントロールシャフトの係合部は高強度であることにより、係合部が変形することが防止される。そしてコントロールシャフトの他の部分では係合部と同じ材質の材料は用いずに、異なる材質の材料を用いることによりコントロールシャフト全体の熱膨張率がシリンダヘッドの熱膨張率に近づけられている。すなわち前記他の部分では、係合部ほどの強度は必要ないので、コントロールシャフト全体の熱膨張率を調節する材質の材料を優先して選択して、コントロールシャフト全体の熱膨張率をシリンダヘッドの熱膨張率に近づけている。したがって、温度雰囲気が変化しても係合部の軸方向位置のずれを抑制できる。

【0009】

このことにより本発明の内燃機関の可変動弁機構は、コントロールシャフトの強度を維持して、かつ高精度なバルブ特性制御を可能とすることができる。

請求項2に記載の内燃機関の可変動弁機構では、請求項1において、前記シリンダヘッドは軽合金系材料からなり、前記コントロールシャフトの係合部は鉄系材料からなり、前記コントロールシャフトの他の部分は軽合金系材料からなることを特徴とする。

【0010】

具体的にはシリンダヘッドは軽合金系材料からなれば、コントロールシャフトの係合部は鉄系材料とし、コントロールシャフトの他の部分は軽合金系材料とする。シリンダヘッドとコントロールシャフトの他の部分とは軽合金同士であって熱膨張率が近似あるいは同一となるので、コントロールシャフトの係合部に鉄系材料を用いても、コントロールシャフト全体の熱膨張率はシリンダヘッドの熱膨張率に近づいている。

【0011】

このことにより本発明の内燃機関の可変動弁機構は、コントロールシャフトの強度を維持して、かつ高精度なバルブ特性制御を可能とすることができる。

請求項3に記載の内燃機関の可変動弁機構では、請求項2において、前記軽合金系材料は、アルミニウム合金材料又はマグネシウム合金材料であることを特徴とする。

【0012】

軽合金系材料としてはアルミニウム合金材料又はマグネシウム合金材料を挙げることができ、これらは熱膨張率が近似あるいは同一となるので、コントロールシャフトの係合部に鉄系材料を用いても、コントロールシャフト全体の熱膨張率はシリンダヘッドの熱膨張率に近づく。したがって本発明の内燃機関の可変動弁機構は、コントロールシャフトの強度を維持して、かつ高精度なバルブ特性制御を可能とすることができる。

【0013】

請求項4に記載の内燃機関の可変動弁機構では、請求項1～3のいずれかにおいて、前記コントロールシャフトの他の部分は前記シリンダヘッドと同一の材質であることを特徴とする。

【0014】

このように前記コントロールシャフトの他の部分はシリンダヘッドと同一の材質としても良い。このことにより係合部で鉄系材料などの材質が高強度の材料を用いても、コントロールシャフト全体の熱膨張率はシリンダヘッドの熱膨張率に近づく。したがって本発明の内燃機関の可変動弁機構は、コントロールシャフトの強度を維持して、かつ高精度なバルブ特性制御を可能とすることができる。

【0015】

請求項5に記載の内燃機関の可変動弁機構では、請求項1～3のいずれかにおいて、前記コントロールシャフトは、前記シリンダヘッドの熱膨張率と略同一となるように、前記係合部の材質と長さ及び前記他の部分の材質と長さが設定されていることを特徴とする。

【0016】

係合部の材質と長さ及び他の部分の材質と長さを設定することで、コントロールシャフトの熱膨張率を、シリンダヘッドの熱膨張率と略同一となるようにしても良い。このよう

にシリンダヘッドの熱膨張率に適合させるようにコントロールシャフトを設計することにより、コントロールシャフト全体の熱膨張率はシリンダヘッドの熱膨張率に、より近づけることができ、略同一にすることができる。したがって本発明の内燃機関の可変動弁機構は、コントロールシャフトの強度を維持しつつ、一層高精度なバルブ特性制御を可能とすることができる。

【0017】

請求項6に記載の内燃機関の可変動弁機構では、請求項1～5のいずれかにおいて、前記コントロールシャフトの係合部と前記コントロールシャフトの他の部分とは別体に形成されて軸上にて当接状態で配列されることで前記コントロールシャフトが構成され、該コントロールシャフトの一端に前記アクチュエータを備え、他端に前記アクチュエータ側にコントロールシャフトを付勢する付勢手段を備えたことを特徴とする。

【0018】

コントロールシャフトの係合部と他の部分とは、一体に形成する必要はなく、別体に形成し、上述したごとくアクチュエータと付勢手段とで挟むことで、アクチュエータの駆動に連動して常に係合部と他の部分とが当接した状態でコントロールシャフトを軸方向に移動させることができる。このことにより材質の異なるコントロールシャフトの係合部と他の部分とを接合する必要が無く、コントロールシャフトの製造が容易となる。

【0019】

請求項7に記載の内燃機関の可変動弁機構では、請求項1～5のいずれかにおいて、前記コントロールシャフトは軸方向において前記他の部分の材質の連続性が維持されていることを特徴とする。

【0020】

このようにコントロールシャフトは軸方向において前記他の部分の材質が連続して配置されている。すなわち軸方向において前記他の部分の材質が異なる材質の係合部により分離されていない。このことにより軸方向においてはコントロールシャフトの熱膨張率は前記他の部分の材質による熱膨張率が支配的となる。したがって係合部については熱膨張率を考慮せずに強度のみ考慮しても、コントロールシャフトの軸方向の熱膨張率に与える影響はほとんどない。

【0021】

このため係合部については高強度の材質を選択し、前記他の部分についてはシリンダヘッドの熱膨張率と実質的に差のない材質を選択することで、コントロールシャフトの強度を維持しつつ、シリンダヘッドの熱膨張率に極めて近い、あるいは同一のコントロールシャフトを、極めて容易に構成できるようになる。

【0022】

請求項8に記載の内燃機関の可変動弁機構では、請求項7において、前記他の部分は、全てが一体に形成され、前記係合部を埋設状態で支持していることを特徴とする。

このように前記他の部分の全てが一体に形成され、係合部を埋設することで支持していることで、コントロールシャフトの軸方向において前記他の部分の材質による熱膨張率が支配的となる。

【0023】

請求項9に記載の内燃機関の可変動弁機構では、請求項7又は8において、前記係合部は、前記バルブ特性操作部に対してコントロールピンを介して係合すると共に、前記コントロールピンを支持するために前記コントロールシャフトにおいて前記コントロールピンの周辺に設けられていることを特徴とする。

【0024】

このように係合部はコントロールピンを支持するためにコントロールピン周辺に設けられているのみであることから、コントロールシャフト中でもスペース的には或る程度限定される。

【0025】

このためコントロールシャフトの軸方向において前記他の部分の材質による熱膨張率を

支配的にすることが容易となる。

請求項 10 に記載の内燃機関の可変動弁機構では、請求項 1～9 のいずれかにおいて、前記仲介駆動機構は、前記コントロールシャフトの係合部に支持されたコントロールピンに係合されて前記コントロールシャフトの軸方向移動に連動して移動する前記バルブ特性操作部と、前記バルブ特性操作部と第 1 スプライン機構を介して係合することにより前記カム側からのバルブ駆動力を受けて前記バルブ特性操作部に伝達する入力部と、前記バルブ特性操作部と第 2 スプライン機構を介して係合することにより前記バルブ特性操作部からのバルブ駆動力を伝達されて前記バルブ側へ出力する出力部とを備え、前記第 1 スプライン機構と前記第 2 スプライン機構とのねじれ角が異なることにより、前記コントロールシャフトの軸方向移動により前記入力部と前記出力部との相対的位置関係が変更されることでバルブ特性を調節することを特徴とする。

【0026】

仲介駆動機構は上述したごとくの構成を挙げることができ、コントロールシャフトの駆動によりバルブ特性を調節することができる。そしてこのような仲介駆動機構を用いた可変動弁機構において、コントロールシャフトが前述した構成であることにより、コントロールシャフトの強度を維持しつつ、高精度なバルブ特性制御を可能とすることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0027】

〔実施の形態 1〕

図 1 は、内燃機関としてのガソリンエンジン（以下、「エンジン」と略す）2 における可変動弁機構の構成を示している。図 1 は 1 つの気筒における縦断面を表している。図 2 はエンジン 2 の上部を主として示す平面図である。

【0028】

エンジン 2 は車両走行駆動用として車両に搭載されているものである。このエンジン 2 は、シリンダブロック 4、ピストン 6 及びシリンダブロック 4 上に取り付けられたシリンダヘッド 8 等を備えている。尚、このエンジン 2 においては、シリンダブロック 4、ピストン 6 及びシリンダヘッド 8 は軽合金系材料としてのアルミニウム合金材料にて成形されている。

【0029】

シリンダブロック 4 には、複数の気筒、本実施の形態では 4 つの気筒 2 a が形成され、各気筒 2 a には、シリンダブロック 4、ピストン 6 及びシリンダヘッド 8 にて区画された燃焼室 10 が形成されている。各燃焼室 10 には、それぞれ 2 つの吸気バルブ 12 及び 2 つの排気バルブ 16 の 4 バルブが配置されている。吸気バルブ 12 は吸気ポート 14 を、排気バルブ 16 は排気ポート 18 を開閉する。


【0030】

各気筒 2 a の吸気ポート 14 は吸気マニホールド内に形成された吸気通路を介してサージタンクに接続され、エアクリーナを介してサージタンクから空気を各気筒 2 a に供給している。更に各気筒 2 a の吸気ポート 14 に燃料を噴射するように各吸気通路にはそれぞれフューエルインジェクタが配置されている。尚、このように吸気バルブ 12 の上流側に燃料噴射するエンジン以外に、直接各燃焼室 10 内に燃料を噴射する筒内噴射型ガソリンエンジンを用いることもできる。

【0031】

本実施の形態では、吸気バルブ 12 のバルブリフト量の変化により吸入空気量を調節しているので、サージタンク上流の吸気通路にはスロットルバルブは配置されていない。ただし補助的なスロットルバルブを配置しても良い。このような補助用スロットルバルブを配置した場合には、例えば、エンジン 2 の始動時に補助用スロットルバルブを全開にし、エンジン 2 の停止時に補助用スロットルバルブを全閉にする制御を行う。そして、例えば後述する仲介駆動機構 120 が異常となった場合には補助用スロットルバルブの開度制御により吸入空気量を制御する。

【0032】



吸気バルブ 12 のリフト駆動は、シリンダヘッド 8 に配置された仲介駆動機構 120 及びローラロッカーアーム 52 を介して、吸気カムシャフト 45 に設けられた吸気カム 45 a からのバルブ駆動力が、吸気バルブ 12 に伝達されることにより可能となっている。このバルブ駆動力伝達において、スライドアクチュエータ 100 と付勢機構 102 と出力のバランスに応じてコントロールシャフト 132 が軸方向に移動し、このことにより仲介駆動機構 120 による伝達状態が調節されてバルブリフト量が可変となっている。尚、吸気カムシャフト 45 は、一端に設けられたタイミングスプロケット（タイミングギアやタイミングプーリでも良い）とタイミングチェーン 47 を介してエンジン 2 のクランクシャフト 49 の回転と連動している。

【0033】

各気筒 2 a の排気バルブ 16 は、エンジン 2 の回転に連動して回転する排気カムシャフト 46 に設けられた排気カム 46 a により、ローラロッカーアーム 54 を介して一定のバルブリフト量で開閉されている。そして各気筒 2 a の各排気ポート 18 は排気マニホールドに連結され、排気を触媒コンバータを介して外部に排出している。

【0034】

電子制御ユニット（以下、ECU と称する）60 は、デジタルコンピュータを中心に構成され、双方向性バスを介して相互に接続された CPU、ROM、RAM、各種ドライバー回路、入力ポート及び出力ポート等の構成を備えている。ECU 60 の入力ポートへは、アクセル開度 ACCP、エンジン回転 NE、吸入空気量 GA、エンジン冷却水温度 THW、空燃比 AF、基準クランク角 G2 等の各信号が入力されている。

【0035】

更に、本実施の形態では、ECU 60 は、スライドアクチュエータ 100 においてボールネジシャフト 100 e の軸方向移動位置を検出するためのシャフト位置センサ 100 d からシャフト位置信号 SL が入力されている。

【0036】

ECU 60 の出力ポートは、駆動回路を介して各フューエルインジェクタに接続され、ECU 60 はエンジン 2 の運転状態に応じて各フューエルインジェクタの開弁制御を行い、燃料噴射時期制御や燃料噴射量制御を実行している。その他、点火時期制御などの各種制御を実行している。

【0037】

更に、本実施の形態では、ECU 60 は、スライドアクチュエータ駆動回路 62 へ駆動信号 Ds を出力することで、スライドアクチュエータ 100 を介してコントロールシャフト 132 の軸方向位置を調節し、このことで吸気バルブ 12 のバルブリフト量を目標値に制御している。

【0038】

スライドアクチュエータ 100 は、モータ 100 a、ギア部 100 b 及びボールネジ部 100 c から構成されている。モータ 100 a はスライドアクチュエータ駆動回路 62 からの給電制御により回転方向と回転量が調節される。そしてこの回転がギア部 100 b により減速されてボールネジ部 100 c に伝達され、コントロールシャフト 132 側に軸力を伝達するボールネジシャフト 100 e がモータ 100 a の回転方向に応じた軸方向に、モータ 100 a の回転量に応じた移動量で移動する。

【0039】

ECU 60 はシャフト位置センサ 100 d にて検出されるボールネジシャフト 100 e の軸方向移動位置がエンジン 2 の運転状態に応じて設定される目標バルブリフト量を実現する位置となるように、駆動信号 Ds によりモータ 100 a の回転方向と回転量を調節する。このことにより吸入空気量が調節される。

【0040】

次に仲介駆動機構 120 について説明する。図 3 は仲介駆動機構 120 の斜視図を、図 4 は部分破断斜視図を示している。尚、図 4 の (A) は図 3 と同方向（正面側）から見た部分破断斜視図、図 4 の (B) は背面側から見た部分破断斜視図である。又、図 5 は分解斜視図

、図6は図4に対応する仲介駆動機構120の外側部分の構成を示す破断斜視図である。

【0041】

仲介駆動機構120は、図示中央に設けられた入力部122、入力部122の一端側に設けられた第1揺動カム124、第1揺動カム124とは反対側に設けられた第2揺動カム126及び内部に配置されたスライダギア128を備えている。

【0042】

入力部122のハウジング122aは内部に軸方向に空間を形成し、この空間の内周面には軸方向に右ネジの螺旋状に形成されたヘリカルスプライン122bを形成している。又、ハウジング122aの外周面からは平行な2つのアーム122c、122dが突出して形成されている。これらアーム122c、122dの先端には、ハウジング122aの軸方向と平行なシャフト122eが掛け渡され、ローラ122fが回転可能に取り付けられている。尚、図1に示したごとくローラ122fは、スプリング122gの付勢力がアーム122c、122dあるいはハウジング122aに与えられていることにより、吸気カム45a側に常に接触するようにされている。このスプリング122gは、入力部122とシリンダヘッド8あるいは支持パイプ130との間に設けられている。

【0043】

第1揺動カム124のハウジング124aは、内部に軸方向に空間を形成し、この内部空間の内周面には軸方向に左ネジの螺旋状に形成されたヘリカルスプライン124bを形成している。又、このハウジング124aの内部空間は径の小さい中心孔を有するリング状の軸受部124cにて一端が覆われている。また外周面からは略三角形形状のノーズ124dが突出して形成されている。このノーズ124dの一辺は凹状に湾曲するカム面124eを形成している。

【0044】

第2揺動カム126のハウジング126aは、内部に軸方向に空間を形成し、この内部空間の内周面には軸方向に左ネジの螺旋状に形成されたヘリカルスプライン126bを形成している。又、このハウジング126aの内部空間は径の小さい中心孔を有するリング状の軸受部126cにて一端が覆われている。また外周面からは略三角形形状のノーズ126dが突出して形成されている。このノーズ126dの一辺は凹状に湾曲するカム面126eを形成している。

【0045】

これらの第1揺動カム124および第2揺動カム126は、図5に示したごとく軸受部124c、126cを外側にして、入力部122に対して両側から各端面を同軸上で接触させるように配置され、全体が図3に示したごとく内部空間を有する略円柱状となる。

【0046】

入力部122及び2つの揺動カム124、126から構成される内部空間には、スライダギア128が配置されている。スライダギア128の詳細を図7～9に示す。図7の(A)は平面図、(B)は正面図、(C)は右側面図である。図8は斜視図、図9は軸に沿って垂直に破断した場合の破断斜視図を示している。

【0047】

スライダギア128は略円柱状をなし、外周面中央には右ネジの螺旋状に形成された入力用ヘリカルスプライン128aが形成されている。この入力用ヘリカルスプライン128aの一端側には小径部128bを挟んで左ネジの螺旋状に形成された第1出力用ヘリカルスプライン128cが形成されている。第1出力用ヘリカルスプライン128cとは反対側には小径部128dを挟んで左ネジの螺旋状に形成された第2出力用ヘリカルスプライン128eが形成されている。尚、これら出力用ヘリカルスプライン128c、128eは入力用ヘリカルスプライン128aに対して外径が小さく形成されている。

【0048】

スライダギア128の内部には中心軸方向に貫通孔128fが形成されている。そして入力用ヘリカルスプライン128aの位置で、貫通孔128fの内周面には周方向に周溝128gが形成されている。この周溝128gには一カ所にて径方向に外部に貫通するピ

ン挿入孔 128h が形成されている。

【0049】

スライドギア 128 の貫通孔 128f 内には、図 10(A) の斜視図に一部分を示している支持パイプ 130 が周方向に摺動可能に配置される。図 2 に示したごとく、この支持パイプ 130 は全伸介駆動機構 120 に共通の 1 本が設けられている。支持パイプ 130 には各伸介駆動機構 120 に対応する位置に軸方向に長く形成された長孔 130a が開口している。

【0050】

更に支持パイプ 130 内には、図 10(B) の斜視図に一部分を示しているコントロールシャフト 132 が、図 10(C) に示すごとく軸方向に摺動可能に貫通して配置されている。このコントロールシャフト 132 の全体図を図 11 の斜視図に示す。コントロールシャフト 132 は、4 本の係合部 132c と 4 本の連結シャフト 132d とから構成されている。これら係合部 132c と連結シャフト 132d とは別体に構成されて、支持パイプ 130 内に交互にそれぞれ端面を当接した状態で配置されることで、コントロールシャフト 132 が形成されている。

【0051】

この内、係合部 132c と連結シャフト 132d とは、同径のシャフトであるが、係合部 132c は連結シャフト 132d に比較して可成り短く形成されている。係合部 132c は鋳鋼、鋳鉄などの鉄系材料からなり、高強度の材質である。連結シャフト 132d はシリンダヘッド 8 と同じくアルミニウム合金材料からなる。

【0052】

各連結シャフト 132d は丸棒状に形成されたものであるが、各係合部 132c は図 10(B) に示したごとく軸直角方向の支持穴 132b が設けられている。この支持穴 132b にはそれぞれコントロールピン 132a の基端部が挿入されることにより、コントロールピン 132a が軸直角方向に突出するように支持されている。尚、コントロールピン 132a は係合部 132c と同じく鋳鋼、鋳鉄などの鉄系材料からなり、高強度の材質である。

【0053】

そしてコントロールシャフト 132 が支持パイプ 130 の内部に配置されている状態では、各コントロールピン 132a の先端は、支持パイプ 130 に形成されている軸方向の長孔 130a を貫通し、図 12 の部分破断図に示すごとくスライドギア 128 の内周面に形成されている周溝 128g に挿入されている。

【0054】

図 11 に示したごとく、コントロールシャフト 132 の一端側の連結シャフト 132d は、スライドアクチュエータ 100 側のボールネジシャフト 100e により軸方向での駆動力を受ける。そしてコントロールシャフト 132 の他端側の係合部 132c は、付勢機構 102 (図 2) の内部に設けられた押圧スプリング 102a により、スプリングシート 102b に設けられている押圧シャフト 102c 及び補助シャフト 133 を介して、スライドアクチュエータ 100 側への付勢力を与えられている。

【0055】

尚、吸気カム 45a の駆動力を伸介する際に、4 つの伸介駆動機構 120 は、内部のスプライン機構により各コントロールピン 132a を介して、コントロールシャフト 132 に対して、付勢機構 102 方向への軸力を生じさせている。押圧スプリング 102a の付勢力は、これら 4 つの伸介駆動機構 120 から生じている全軸力よりも少し大きく設定されている。

【0056】

したがってコントロールシャフト 132 全体を付勢機構 102 側 (矢印 L 方向) へ移動させる場合には、スライドアクチュエータ 100 は、押圧スプリング 102a の付勢力の内伸介駆動機構 120 が生じている全軸力よりも大きい部分の付勢力に抗してボールネジシャフト 100e を移動させることになる。又、逆方向 (矢印 H 方向) へコントロール

シャフト 132 を移動させる場合には、スライドアクチュエータ 100 は前記付勢力に対抗するボールネジシャフト 100 e の駆動力を弱める、あるいは逆方向の駆動力とする。このことで前記付勢力を利用してコントロールシャフト 132 を移動させることになる。

【0057】

このようにボールネジシャフト 100 e を、付勢機構 102 側（矢印 L 方向）へ移動させた場合は、補助シャフト 133 を介して付勢機構 102 から与えられる付勢力により、4 本の係合部 132 c と 4 本の連結シャフト 132 d とは当接状態を維持したまま付勢機構 102 側へ移動する。このことにより入力部 122 と揺動カム 124, 126 とが形成している各仲介駆動機構 120 の内部空間内において、各係合部 132 c のコントロールピン 132 a が係止している全てのスライダギア 128 を、ボールネジシャフト 100 e の移動量と同じ移動量で、L 方向（図 4）へ移動させることができる。

【0058】

逆に、前記付勢力に対抗する力を弱めることにより、あるいは逆方向の駆動力によりボールネジシャフト 100 e を押圧スプリング 102 a の付勢方向と同じ側（矢印 H 方向）へ移動させた場合も同様である。すなわち前記付勢力により 4 本の係合部 132 c と 4 本の連結シャフト 132 d とは当接状態を維持したままスライドアクチュエータ 100 側へ移動する。このことにより各仲介駆動機構 120 の内部空間内において、各係合部 132 c のコントロールピン 132 a が係止している全てのスライダギア 128 を、ボールネジシャフト 100 e の移動量と同じ移動量で、H 方向（図 4）へ移動させることができる。

【0059】

このように 4 本の係合部 132 c と 4 本の連結シャフト 132 d とを別体に形成して支持パイプ 130 内で単に端面を当接した状態とされたコントロールシャフト 132 であっても、常に付勢機構 102 により端面の当接状態が維持されるので各スライダギア 128 を同じ移動量で移動させることができる。

【0060】

このように各スライダギア 128 はコントロールシャフト 132 の移動により軸方向位置が決定される。しかし図 12 に示したごとく、各スライダギア 128 は周溝 128 g にてコントロールピン 132 a に係止されているので、軸周りについてはコントロールピン 132 a の位置に関わらず揺動可能となっている。

【0061】

スライダギア 128 内では、入力用ヘリカルスプライン 128 a は入力部 122 内部のヘリカルスプライン 122 b に噛み合わされている。そして第 1 出力用ヘリカルスプライン 128 c は第 1 揺動カム 124 内部のヘリカルスプライン 124 b に噛み合わされ、第 2 出力用ヘリカルスプライン 128 e は第 2 揺動カム 126 内部のヘリカルスプライン 126 b に噛み合わされている。

【0062】

そして各仲介駆動機構 120 は、図 2 に示したごとく、揺動カム 124, 126 の軸受部 124 c, 126 c 側にてシリンダヘッド 8 に設けられた軸受 136 に接触し、2 つの軸受 136 の間に挟まれて、軸周りには揺動可能であるが軸方向に移動するのが阻止されている。このためコントロールシャフト 132 がスライダギア 128 を軸方向に移動させても、入力部 122 及び揺動カム 124, 126 は軸方向に移動することはない。

【0063】

このため仲介駆動機構 120 の内部空間内でスライダギア 128 の軸方向移動量を調節することにより、ヘリカルスプライン 128 a, 122 b, 128 c, 124 b, 128 e, 126 b の機能により、入力部 122 と揺動カム 124, 126 との位相差を変更できる。そしてこのことにより、ローラ 122 f とノーズ 124 d, 126 d との位置関係を変更することができる。

【0064】

尚、可変動弁機構の取り付けは次のように行われる。すなわち支持パイプ 130 内に、図 11 に示した配列で交互に連結シャフト 132 d と係合部 132 c とを挿入する。そし

て図5に示すごとく4つのスライダギア128の貫通孔128fに支持パイプ130を挿入して、各長孔130aの位置にそれぞれスライダギア128を配置する。そして、スライダギア128のピン挿入孔128hから長孔130aを介して支持穴132bにコントロールピン132aの基端部を挿入する。そして支持パイプ130とコントロールシャフト132との一体物と、スライダギア128とを相対的に回転させることにより、コントロールピン132aをピン挿入孔128hの位相位置から十分に離れた位相位置に配置する。このことによりスライダギア128が支持パイプ130とコントロールシャフト132との一体物に対して相対的に揺動してもコントロールピン132aが支持穴132bから脱落しないようにする。その後、入力部122と揺動カム124、126とをスライダギア128に組み合わせる。

【0065】

そして図2に示したごとくシリンダヘッド8上に配置して固定し、コントロールシャフト132の一端側にスライドアクチュエータ100を取り付ける。更にコントロールシャフト132の他端側に補助シャフト133を配置して、この補助シャフト133を押圧シャフト102cにて押圧するようにして、軸受136に付勢機構102を取り付ける。このように構成することにより、前述したごとくスライドアクチュエータ100によりローラ122fとノーズ124d、126dとの位置関係を変更でき、このことで吸気バルブ12のバルブリフト量を調節できる。

【0066】

ここで図13は、スライドアクチュエータ100の駆動力を調節して、ボールネジシャフト100eにて、付勢機構102の付勢力に抗してコントロールシャフト132を最大限L方向（図3、4の矢印）へ移動させた場合の仲介駆動機構120の状態を示している。図13(A)が閉弁時、図13(B)が開弁時である。この場合には入力部122のローラ122fと揺動カム124、126のノーズ124d、126dとの相対的位置関係が最も近い状態となる。このため、図13(B)に示すごとく吸気カム45aが最大限に入力部122のローラ122fを押し下げても、ノーズ124d、126dのカム面124e、126eによるロッカーローラ52aの押し下げ量は最小となり、吸気バルブ12のバルブリフト量は最小となる。したがって吸気ポート14から燃焼室10内への吸入空気量も最小限の状態となる。

【0067】

図14は、スライドアクチュエータ100の駆動力を調節して、ボールネジシャフト100eを付勢機構102の付勢力と同方向に移動させ、付勢機構102の付勢力を利用してコントロールシャフト132を最大限H方向（図3、4の矢印）へ移動させた場合の仲介駆動機構120の状態を示している。図14(A)が閉弁時、図14(B)が開弁時である。この場合には入力部122のローラ122fと揺動カム124、126のノーズ124d、126dとの相対的位置関係が最も遠い状態となる。このため、図14(B)に示すごとく吸気カム45aが最大限に入力部122のローラ122fを押し下げた時には、ノーズ124d、126dのカム面124e、126eによるロッカーローラ52aの押し下げ量は最大となり、吸気バルブ12のバルブリフト量は最大となる。したがって吸気ポート14から燃焼室10内への吸入空気量も最大限の状態となる。

【0068】

このようにスライドアクチュエータ100と付勢機構102との協働によりコントロールシャフト132の軸方向位置を調節することで、図13の状態と図14の状態との間で連続的に吸気バルブ12のバルブリフト量を調節できる。このことによりスロットルバルブによることなく、吸入空気量の調節が可能となる。

【0069】

そしてこのようなコントロールシャフト132の軸方向位置調節において、図15の縦断面図に示すごとく、コントロールピン132aはスライダギア128の周溝128gから、矢印で示した方向の反力を交互に、あるいは強弱のある反力を繰り返し受ける。このためにコントロールピン132a及びこれを支持している支持穴132bが形成されてい

る係合部 132c には、鉄系材料を用いている。そして前記反力の影響を直接受けない連結シャフト 132d にはアルミニウム合金材料を用いている。ここでは補助シャフト 133 は連結シャフト 132d と同じくアルミニウム合金材料であるが、鉄系材料でも良い。

【0070】

尚、前記図 13(B) に示したごとく吸気バルブ 12 のバルブリフト量の最小状態は或る程度の開度が存在したが、バルブリフト量「0」すなわち吸気バルブ 12 を完全に閉じたままにしても良く、この場合には吸入空気量は「0」となる。

【0071】

上述した構成において、請求項との関係は、スライダギア 128 がバルブ特性操作部に相当し、スライドアクチュエータ 100 がアクチュエータに相当し、付勢機構 102 が付勢手段に相当する。揺動カム 124, 126 が出力部に相当し、入力部 122 のヘリカルスプライン 122b とスライダギア 128 の入力用ヘリカルスプライン 128a との組み合わせが第 1 スプライン機構に相当する。揺動カム 124, 126 のヘリカルスプライン 124b, 126b とスライダギア 128 のヘリカルスプライン 128c, 128e との組み合わせが第 2 スプライン機構に相当する。ここで第 1 スプライン機構は右ネジタイプであり、第 2 スプライン機構は左ネジタイプであるので、ねじれ角が異なる。

【0072】

以上説明した本実施の形態 1 によれば、以下の効果が得られる。

(イ)．コントロールシャフト 132 においては、スライダギア 128 にコントロールピン 132a にて係合する係合部 132c は、前述したごとく強度が要求されるので高強度の鉄系材料が用いられている。そしてコントロールシャフト 132 の他の部分、すなわち連結シャフト 132d では、係合部 132c ほどの強度は必要ないので、シリンダヘッド 8 と同じアルミニウム合金材料を用いている。このためコントロールシャフト 132 全体を鉄系材料とする場合よりも、コントロールシャフト 132 の熱膨張率をシリンダヘッド 8 に近づけることができる。具体的には鉄系材料の線膨張係数（線膨張率）は $10 \sim 12 \times 10^{-6}$ ($1/^{\circ}\text{C}$) 程度であるが、アルミニウム合金材料の線膨張係数は $24 \sim 25 \times 10^{-6}$ ($1/^{\circ}\text{C}$) 程度である。したがって鉄系材料のみをコントロールシャフト 132 に用いた場合に比較し、コントロールシャフト 132 の熱膨張率をシリンダヘッド 8 に近づけることができる。

【0073】

このため温度雰囲気の変化してもシリンダヘッド 8 上の各部材間隔（ここでは各軸受 136 とスライドアクチュエータ 100 の取り付け位置との間隔）と、スライドアクチュエータ 100 からコントロールシャフト 132 の各係合部 132c までの距離との関係に変化が生じにくくなる。すなわちシリンダヘッド 8 に対する係合部 132c の位置ずれが抑制される。

【0074】

本実施の形態の場合には、係合部 132c の軸方向長さは、連結シャフト 132d よりも十分に短く、コントロールシャフト 132 全体の長さの $10 \sim 20\%$ 程度である。このためコントロールシャフト 132 全体の熱膨張率は、アルミニウム合金材料のみを用いた場合と大きな差はなく、前記温度雰囲気変化による影響は極めて小さくなる。

【0075】

そしてコントロールシャフト 132 の係合部 132c では鉄系材料が用いられていることにより、前述したごとく係合部 132c における強度が十分に維持され、係合部 132c の部分でコントロールシャフト 132 が変形することが防止される。

【0076】

このことにより本実施の形態の可変動弁機構は、コントロールシャフト 132 の強度を維持して、かつ高精度なバルブ特性制御を可能とすることができる。

(ロ)．スライドアクチュエータ 100 が配置されている端部側とは反対側の端部で、付勢機構 102 が補助シャフト 133 を介してコントロールシャフト 132 をスライドアクチュエータ 100 側に向けて付勢している。このためコントロールシャフト 132 は係

合部 132c と連結シャフト 132d とを一体にして形成する必要はなく、別体でも係合部 132c と連結シャフト 132d とは常に端面にて当接した状態にある。したがってスライドアクチュエータ 100 は、常に係合部 132c と連結シャフト 132d との当接状態を維持してコントロールシャフト 132 を軸方向に移動させることができる。このように材質の異なる係合部 132c と連結シャフト 132d とを接合する必要が無いので、コントロールシャフト 132 の製造が容易となる。

【0077】

係合部 132c と連結シャフト 132d とは丸棒状であり、各端面は平面状である。更に係合部 132c については丸穴状の支持穴 132b を形成するのみであって、形状が単純である。そして係合部 132c と連結シャフト 132d との各長さを高精度に形成すればコントロールピン 132a の位置が正確に設定できるようになることから、コントロールシャフト 132 の製造が容易である。

【0078】

しかもコントロールシャフト 132 の長さの調節や、エンジンによりコントロールシャフト 132 の長さを変更する場合にも、長さの異なる連結シャフト 132d に取り替えるのみで適用可能であるので、係合部 132c が共通化できコントロールシャフト 132 の製造コストを抑制できる。

【0079】

(ハ)．付勢機構 102 の押圧スプリング 102a は、4 つの仲介駆動機構 120 が発生する軸力に対抗して、この軸力よりも少し大きい付勢力をコントロールシャフト 132 に与えている。このためスライドアクチュエータ 100 は小さい出力でも、係合部 132c と連結シャフト 132d との当接状態を維持したまま、コントロールシャフト 132 の軸方向位置を調節することができる。

【0080】

したがって可変動弁機構の駆動時の消費エネルギーも抑制することができるとともに、モータ 100a も小型のものが採用可能であるので、エンジン 2 の小型化や軽量化に貢献できる。

【0081】

[実施の形態 2]

本実施の形態のコントロールシャフト 232 は、図 16 に示すごとく 4 つの係合部 232c-1 ~ 232c-4 と 4 つの連結シャフト 232d-1 ~ 232d-4 とからなる。この内、連結シャフト 232d-1 ~ 232d-4 にはシリンダヘッド 8 の材質よりも熱膨張率の大きい材質の材料を用いている。そして鉄系材料からなる係合部 232c-1 ~ 232c-4 との組み合わせにより、コントロールシャフト 232 全体でシリンダヘッド 8 の熱膨張率と略同一の熱膨張率となるように設計されていることを特徴としている。尚、コントロールピン 232a-1 ~ 232a-4 は鉄系材料である。他の構成は前記実施の形態 1 と同じであるので同一の符号を用いて説明する。

【0082】

ここで、係合部 232c-1 ~ 232c-4 に線膨張係数が a ($1/^\circ\text{C}$) の鉄系材料、連結シャフト 232d-1 ~ 232d-4 に線膨張係数が b ($1/^\circ\text{C}$) のアルミニウム合金材料、シリンダヘッド 8 に線膨張係数が c ($1/^\circ\text{C}$) のアルミニウム合金材料を用いているものとする。ここで、 $a < c < b$ となるように連結シャフト 232d-1 ~ 232d-4 の材質を選択する。

【0083】

このようにするとシャフト位置センサ 100d が設けられているスライドアクチュエータ 100 に最も近いコントロールピン 232a-1 の位置での合成された線膨張係数 d_1 は図 17 のグラフに実線にて示すごとくとなる。

【0084】

ここで図 16 に示したごとく、 x_1 = 連結シャフト 232d-1 の長さ、 $y_1/2$ = 係合部 232c-1 の長さ y_1 の内で連結シャフト 232d-1 との当接面からコントロー

ルピン 232 a-1 までの長さとする、 $R X : R Y = x_1 : (y_1 / 2)$ の関係になる。

【0085】

したがって $x_1 : (y_1 / 2)$ を調節することにより、線膨張係数 d_1 を、シリンダヘッド 8 の線膨張係数 c に一致させることができる。

ここで「 $R X / R Y$ 」を線膨張係数 a, b, c を用いて表すと、「 $(c-a)/(b-c)$ 」となるので、次の式 1 の関係が成立する。

【0086】

$$(c-a)/(b-c) = x_1 / (y_1 / 2) \quad \cdots \text{ [式 1]}$$

上記式 1 から x_1 を導くと次式 2 のごとくとなる。

$$x_1 = y_1 \times (c-a) / 2 \times (b-c) \quad \cdots \text{ [式 2]}$$

スライドアクチュエータ 100 に最も近い仲介駆動機構 120 とスライドアクチュエータ 100 との距離を反映した値 $(x_1 + y_1 / 2)$ が L であるとする、次式 3 のごとく y_1 が表される。

【0087】

$$y_1 = 2(L - x_1) \quad \cdots \text{ [式 3]}$$

したがって前記式 2 の y_1 に上記式 3 の右辺を代入すると、次式 4 に示すごとく x_1 が決定し、更に次式 5 のごとく y_1 も決定する。

【0088】

$$x_1 = L(c-a)/(b-a) \quad \cdots \text{ [式 4]}$$

$$y_1 = 2L(b-c)/(b-a) \quad \cdots \text{ [式 5]}$$

同様にしてスライドアクチュエータ 100 側から 2 番目のコントロールピン 232 a-2 の位置での合成された線膨張係数 d_2 についても図 17 のグラフと同様である。ここで x_2 = 連結シャフト 232 d-2 の長さ、 $y_2 / 2$ = 係合部 232 c-2 の長さ y_2 の内で連結シャフト 232 d-2 との当接面からコントロールピン 232 a-2 までの長さとする、 $R X : R Y = x_1 + x_2 : (y_1 + y_2 / 2)$ の関係になる。

【0089】

したがって次式 6 の関係が成立する。

$$(c-a)/(b-c) = (x_1 + x_2) / (y_1 + y_2 / 2) \quad \cdots \text{ [式 6]}$$

上記式 6 から x_2 を導くと次式 7 のごとくとなる。

【0090】

$$x_2 = \{(y_1 + y_2 / 2) \times (c-a) / (b-c)\} - x_1 \quad \cdots \text{ [式 7]}$$

x_1, y_1 は前記式 4, 5 で決定している。そして仲介駆動機構 120 間の距離 $(y_1 / 2 + x_2 + y_2 / 2)$ が M であるとする、次式 8 のごとく y_2 が表される。

【0091】

$$y_2 = 2(M - y_1 / 2 - x_2) \quad \cdots \text{ [式 8]}$$

したがって前記式 7 の y_2 に上記式 8 の右辺を代入して、次式 9 に示すごとく x_2 が決定する。

【0092】

$$x_2 = \{(y_1 / 2 + M)(c-a) - x_1(b-c)\} / (b-a) \quad \cdots \text{ [式 9]}$$

x_2 が決定されたので、更に、 y_2 についても前記式 8 から決定される。

【0093】

同様にしてスライドアクチュエータ 100 側から 3 番目のコントロールピン 232 a-3 の位置での合成された線膨張係数 d_3 についても図 17 のグラフと同様である。ここで x_3 = 連結シャフト 232 d-3 の長さ、 $y_3 / 2$ = 係合部 232 c-3 の長さ y_3 の内で連結シャフト 232 d-3 との当接面からコントロールピン 232 a-3 までの長さとする、 $R X : R Y = x_1 + x_2 + x_3 : (y_1 + y_2 + y_3 / 2)$ の関係になる。

【0094】

したがって次式 10 の関係が成立する。

$$(c-a)/(b-c) = (x_1 + x_2 + x_3)/(y_1 + y_2 + y_3/2) \quad \dots \quad [\text{式} 10]$$

上記式 10 から x_3 を導くと次式 11 のごとくとなる。

【0095】

$$x_3 = \{(y_1 + y_2 + y_3/2) \times (c-a)/(b-c)\} - (x_1 + x_2) \quad \dots \quad [\text{式} 11]$$

x_1, x_2, y_1, y_2 は前記式 4, 5, 8, 9 で決定している。そして仲介駆動機構 120 間の距離 $(y_2/2 + x_3 + y_3/2)$ は M であるので、次式 12 のごとく y_3 が表される。

【0096】

$$y_3 = 2(M - y_2/2 - x_3) \quad \dots \quad [\text{式} 12]$$

したがって前記式 11 の y_3 に上記式 12 の右辺を代入して、次式 13 に示すごとく x_3 が決定する。

$$x_3 = \{(y_1 + y_2/2 + M)(c-a) - (x_1 + x_2)(b-c)\} / (b-a) \quad \dots \quad [\text{式} 13]$$

x_3 が決定されたので、更に y_3 についても前記式 12 から決定される。

【0097】

同様にしてスライドアクチュエータ 100 側から 4 番目のコントロールピン 232 a-4 の位置での合成された線膨張係数 d_4 についても図 17 のグラフと同様である。ここで x_4 = 連結シャフト 232 d-4 の長さ、 $y_4/2$ = 係合部 232 c-4 の長さ y_4 の内で連結シャフト 232 d-4 との当接面からコントロールピン 232 a-4 までの長さとする、 $RX:RY = x_1 + x_2 + x_3 + x_4 : (y_1 + y_2 + y_3 + y_4/2)$ の関係になる。

【0098】

したがって次式 14 の関係が成立する。

$$(c-a)/(b-c) = (x_1 + x_2 + x_3 + x_4)/(y_1 + y_2 + y_3 + y_4/2) \quad \dots \quad [\text{式} 14]$$

上記式 14 から x_4 を導くと次式 15 のごとくとなる。

【0099】

$$x_4 = \{(y_1 + y_2 + y_3 + y_4/2) \times (c-a)/(b-c)\} - (x_1 + x_2 + x_3) \quad \dots \quad [\text{式} 15]$$

$x_1, x_2, x_3, y_1, y_2, y_3$ は前記式 4, 5, 8, 9, 12, 13 で決定している。そして仲介駆動機構 120 間の距離 $(y_3/2 + x_4 + y_4/2)$ は M であるので、次式 16 のごとく y_4 が表される。

【0100】

$$y_4 = 2(M - y_3/2 - x_4) \quad \dots \quad [\text{式} 16]$$

したがって上記式 15 の y_4 に上記式 16 の右辺を代入して、次式 17 に示すごとく x_4 が決定する。

$$x_4 = \{(y_1 + y_2 + y_3/2 + M)(c-a) - (x_1 + x_2 + x_3)(b-c)\} / (b-a) \quad \dots \quad [\text{式} 17]$$

x_4 が決定されたので、更に y_4 についても前記式 16 から決定される。

【0101】

このようにして連結シャフト 232 d-1 ~ 232 d-4 と係合部 232 c-1 ~ 232 c-4 との全ての長さ $x_1 \sim x_4, y_1 \sim y_4$ が決定される。そして、この長さ $x_1 \sim x_4, y_1 \sim y_4$ の連結シャフト 232 d-1 ~ 232 d-4 と係合部 232 c-1 ~ 232 c-4 とを形成して、前記実施の形態 1 にて説明したごとく可変動弁機構のコントロールシャフト 232 として組み込む。このことにより、シリンダヘッド 8 の熱膨張率とコントロールシャフト 232 の熱膨張率とは略同一となり、雰囲気温度が変化しても仲介

駆動機構 120 に対する駆動制御にずれを生じさせることが防止できる。

【0102】

以上説明した本実施の形態 2 によれば、以下の効果が得られる。

(イ)．係合部 232c-1～232c-4 の材質と長さ、及び連結シャフト 232d-1～232d-4 の材質と長さを上述のごとく設定することで、コントロールシャフト 232 全体の熱膨張率を、シリンダヘッド 8 の熱膨張率と略同一にしている。したがって温度雰囲気の変化してもシリンダヘッド 8 に対する係合部 232c-1～232c-4 の位置ずれが防止される。

【0103】

そしてこれら係合部 232c-1～232c-4 では鉄系材料が用いられていることにより、係合部 232c-1～232c-4 における強度が維持され、係合部 232c-1～232c-4 でコントロールシャフト 232 が変形することが防止される。

【0104】

このことにより本実施の形態の可変動弁機構は、コントロールシャフト 232 の強度を維持して、かつ一層高精度なバルブ特性制御を可能とすることができる。

(ロ)．前記実施の形態 1 の (ロ)、(ハ) の効果を生じる。

【0105】

〔実施の形態 3〕

本実施の形態では、図 18 の (A) に示すごとくコントロールシャフト 282 は 1 本のシャフト本体 282d を備えている。シャフト本体 282d は、シリンダヘッドと同一の材料、あるいはシリンダヘッドの熱膨張率と略同一のアルミニウム合金材料で一体に形成されている。

【0106】

図 18 の (B) に示すごとく、シャフト本体 282d には軸方向に長い矩形長穴 282e が気筒数分、形成されて、この矩形長穴 282e の内部空間と同一形状に形成されている係合部 282c が埋設状態で収納されている。

【0107】

係合部 282c には支持穴 282b が形成されており、図 19 の断面図に示すごとくコントロールピン 282a の基部が挿入されて支持されている。係合部 282c 及びコントロールピン 282a は共に高強度の鉄系材料が用いられている。

【0108】

このようなコントロールシャフト 282 全体が前記実施の形態 1 にて説明した支持パイプに収納されている。そして各係合部 282c は、支持しているコントロールピン 282a を介して前記実施の形態 1 にて説明した仲介駆動機構のスライダギアに係合する。そして図 11 に示したごとくコントロールシャフト 282 の両側にはスライドアクチュエータと付勢機構とが配置されることで、前記実施の形態 1 に説明したごとく吸気バルブのバルブ特性を変更することができる。他の構成は前記実施の形態 1 と同じである。

【0109】

以上説明した本実施の形態 3 によれば、以下の効果が得られる。

(イ)．係合部 282c は、スライダギアに対してコントロールピン 282a を介して係合すると共に、コントロールピン 282a を支持するためにコントロールシャフト 282 においてコントロールピン 282a の周辺のみに設けられている。

【0110】

したがってコントロールシャフト 282 における他の部分に相当するシャフト本体 282d は、係合部 282c を矩形長穴 282e にて埋設状態で支持することで、シャフト本体 282d の全てを一体に形成できる。このようにコントロールシャフト 282 は軸方向においてシャフト本体 282d の材質の連続性が維持されている。

【0111】

このシャフト本体 282d は、係合部 282c ほどの強度は必要ないので、シリンダヘッドと同一の材料、あるいはシリンダヘッドの熱膨張率と略同一のアルミニウム合金材料

を用いることができる。このためコントロールシャフト 282 全体はシャフト本体 282 d の熱膨張率が支配的となり、コントロールシャフト 282 の熱膨張率をシリンダヘッドと略同一にすることができる。

【0112】

したがって温度雰囲気が変化してもシリンダヘッドに対する係合部 282 c の位置ずれが効果的に抑制される。そして係合部 282 c では鉄系材料が用いられていることにより、強度が十分に維持され、係合部 282 c の部分でコントロールシャフト 282 が変形することが防止される。

【0113】

このことにより本実施の形態の可変動弁機構は、コントロールシャフト 282 の強度を維持しつつ、高精度なバルブ特性制御を可能とすることができる。

したがって前記実施の形態 1 の (イ) の効果を、より高めることができる。

【0114】

(ロ) . 前記実施の形態 1 の (ハ) の効果を生じる。

[その他の実施の形態]

(a) . 前記実施の形態 1, 2 のコントロールシャフトにおいては、係合部と連結シャフトとは端面にて当接しただけの別体の状態であった。これ以外に、例えば図 20 に示すごとく、係合部 332 c と連結シャフト 332 d とに雄ネジ部 333 a と雌ネジ部 333 b とを形成して、係合部 332 c と連結シャフト 332 d とを螺合により一体化しても良い。あるいはその他の接合手法にて一体化しても良い。

【0115】

更にスライドアクチュエータ 100 のボールネジシャフト 100 e と一体化すれば、付勢機構 102 を用いずに、スライドアクチュエータのみでコントロールシャフトの軸方向位置を調節することができる。尚、このように係合部、連結シャフト及びボールネジシャフトを一体化した場合も付勢機構 102 を用いてアシストしても良い。

【0116】

(b) . 前記各実施の形態では軽合金系材料としてアルミニウム合金材料を用いたが、マグネシウム合金材料を用いても良い。

(c) . スライドアクチュエータ 100 は、電動モータとボールネジとの組み合わせであったが、これに限らず油圧その他の駆動力源を用いたものでも良い。

【0117】

(d) . 前記実施の形態 3 ではシャフト本体 282 d はコントロールシャフト 282 全体で一体に形成されていたが、図 11 に示したごとく気筒毎に別々に形成して端面を当接しても良い。又、図 20 にて示したごとく螺合により一体化しても良い。あるいはその他の接合手法にて一体化しても良い。

【0118】

又、図 18 に示したような矩形長穴でなく他の形状の穴に係合部を配置しても良い。

【図面の簡単な説明】

【0119】

【図 1】 実施の形態 1 としてのエンジン及び可変動弁機構の構成を説明する縦断面図。

【図 2】 同エンジンの平面図。

【図 3】 同可変動弁機構に用いられている仲介駆動機構の斜視図。

【図 4】 同仲介駆動機構の部分破断斜視図。

【図 5】 同仲介駆動機構の分解斜視図。

【図 6】 同仲介駆動機構の外側部分の破断斜視図。

【図 7】 同仲介駆動機構内に配置されるスライダギアの構成説明図。

【図 8】 同スライダギアの斜視図。

【図 9】 同スライダギアを軸に沿って垂直に破断した状態の斜視図。

【図 10】 同スライダギア内に貫通配置される支持パイプ及びコントロールシャフト

の斜視図。

【図 11】 同コントロールシャフトの全体構成を示す斜視図。

【図 12】 前記仲介駆動機構の部分破断図。

【図 13】 同仲介駆動機構の動作説明図。

【図 14】 同仲介駆動機構の動作説明図。

【図 15】 同仲介駆動機構の動作における応力状態を示す縦断面図。

【図 16】 実施の形態 2 のコントロールシャフトの構成説明図。

【図 17】 同コントロールシャフトの長さ設定を説明するためのグラフ。

【図 18】 実施の形態 3 のコントロールシャフトの構成説明図。

【図 19】 実施の形態 3 のコントロールシャフトの断面図。

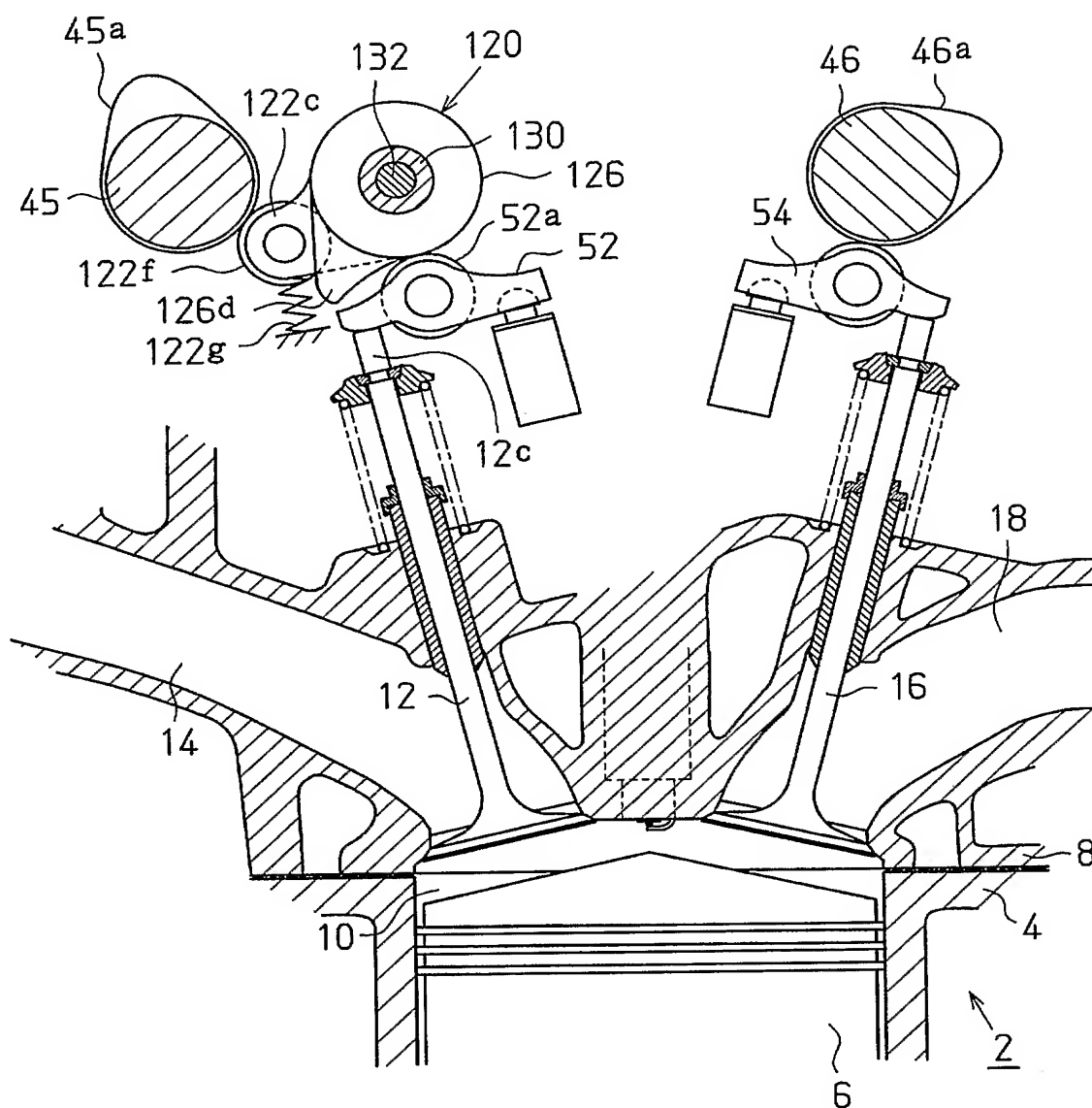
【図 20】 コントロールシャフトの他の構成例を示す部分破断図。

【符号の説明】

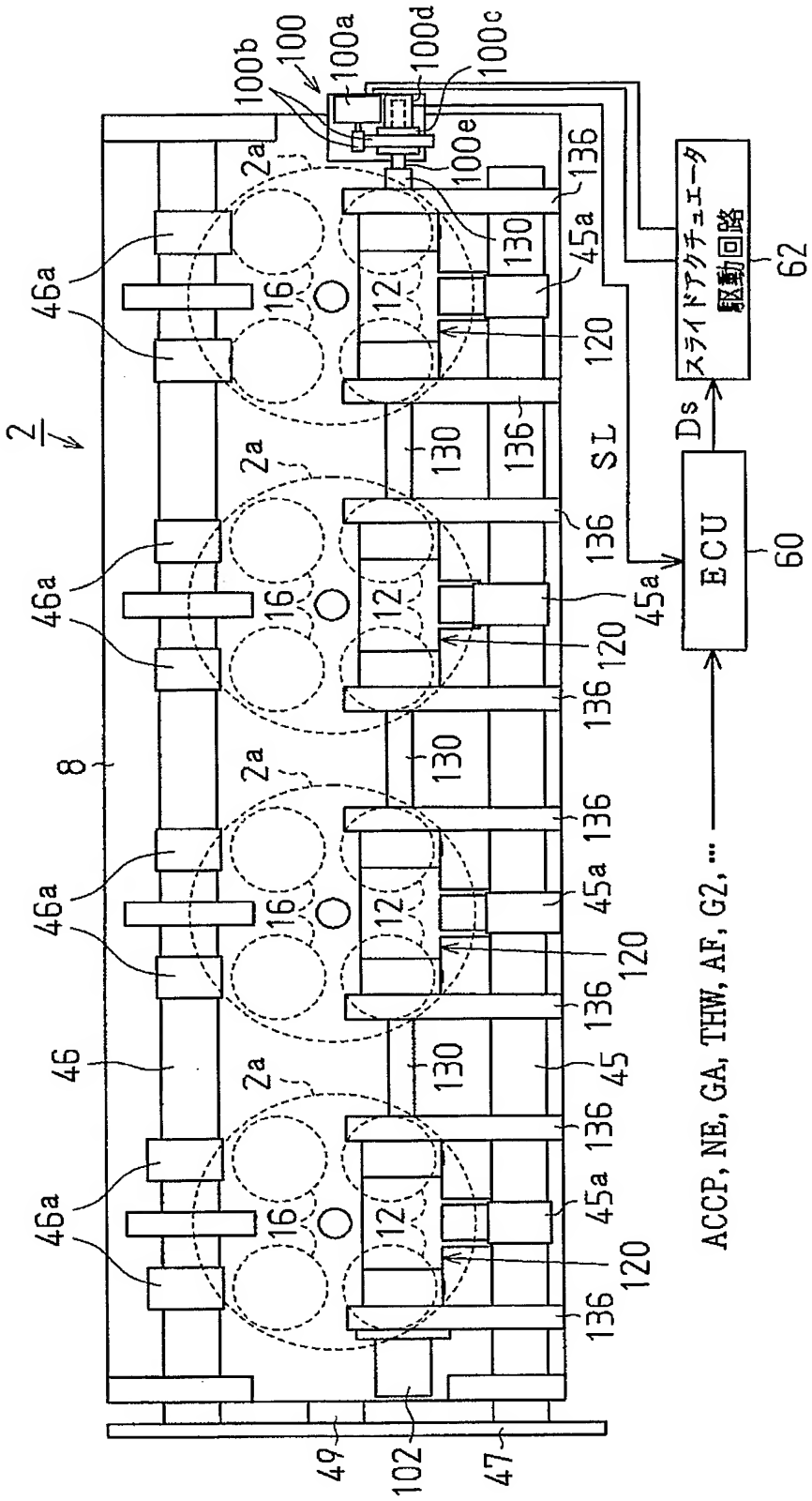
【0120】

2…エンジン、2a…気筒、4…シリンダブロック、6…ピストン、8…シリンダヘッド、10…燃焼室、12…吸気バルブ、14…吸気ポート、16…排気バルブ、18…排気ポート、45…吸気カムシャフト、45a…吸気カム、46…排気カムシャフト、46a…排気カム、47…タイミングチェーン、49…クランクシャフト、52…ローラロッカーアーム、52a…ロッカーローラ、54…ローラロッカーアーム、60…ECU、62…スライドアクチュエータ駆動回路、100…スライドアクチュエータ、100a…モータ、100b…ギア部、100c…ボールネジ部、100d…シャフト位置センサ、100e…ボールネジシャフト、102…付勢機構、102a…押圧スプリング、102b…スプリングシート、102c…押圧シャフト、120…仲介駆動機構、122…入力部、122a…ハウジング、122b…ヘリカルスプライン、122c、122d…アーム、122e…シャフト、122f…ローラ、122g…スプリング、124…第1揺動カム、124a…ハウジング、124b…ヘリカルスプライン、124c…軸受部、124d…ノーズ、124e…カム面、126…第2揺動カム、126a…ハウジング、126b…ヘリカルスプライン、126c…軸受部、126d…ノーズ、126e…カム面、128…スライダギア、128a…入力用ヘリカルスプライン、128b…小径部、128c…第1出力用ヘリカルスプライン、128d…小径部、128e…第2出力用ヘリカルスプライン、128f…貫通孔、128g…周溝、128h…ピン挿入孔、130…支持パイプ、130a…長孔、132…コントロールシャフト、132a…コントロールピン、132b…支持穴、132c…係合部、132d…連結シャフト、133…補助シャフト、136…軸受、232…コントロールシャフト、232a-1～232a-4…コントロールピン、232c-1～232c-4…係合部、232d-1～232d-4…連結シャフト、282…コントロールシャフト、282a…コントロールピン、282b…支持穴、282c…係合部、282d…シャフト本体、282e…矩形長穴、332a…コントロールピン、332c…係合部、332d…連結シャフト、333a…雄ネジ部、333b…雌ネジ部。

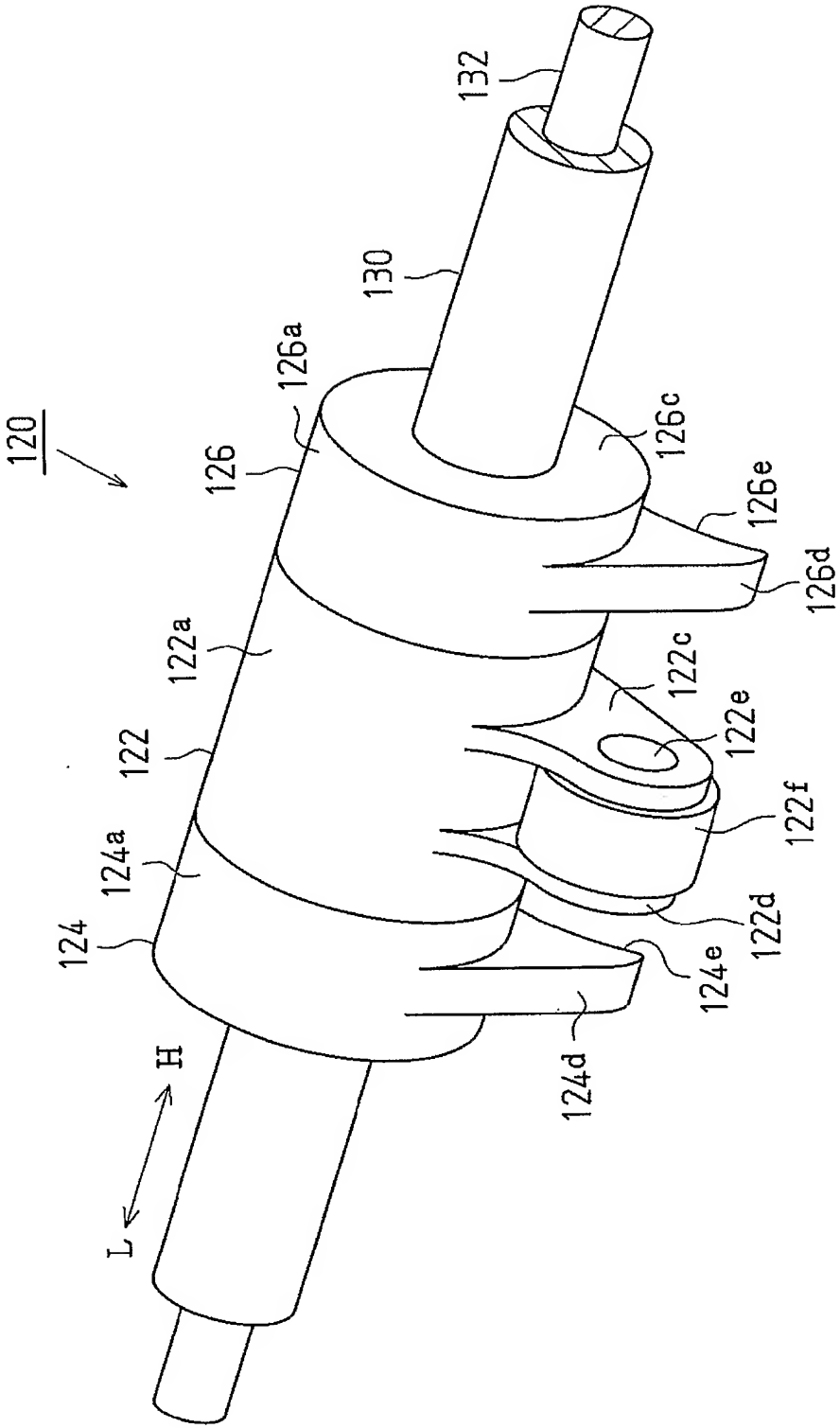
【書類名】 図面
【図 1】



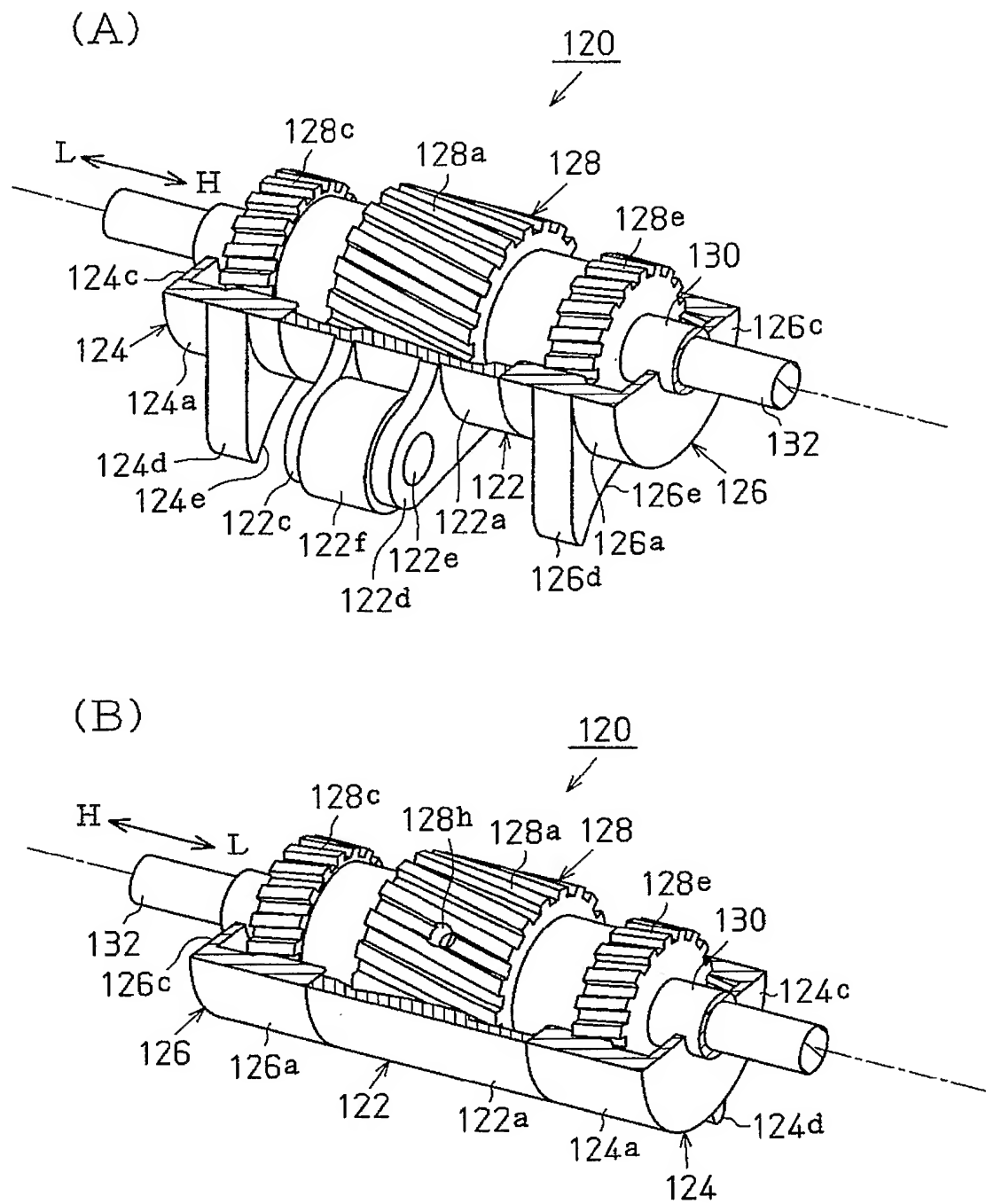
【図 2】



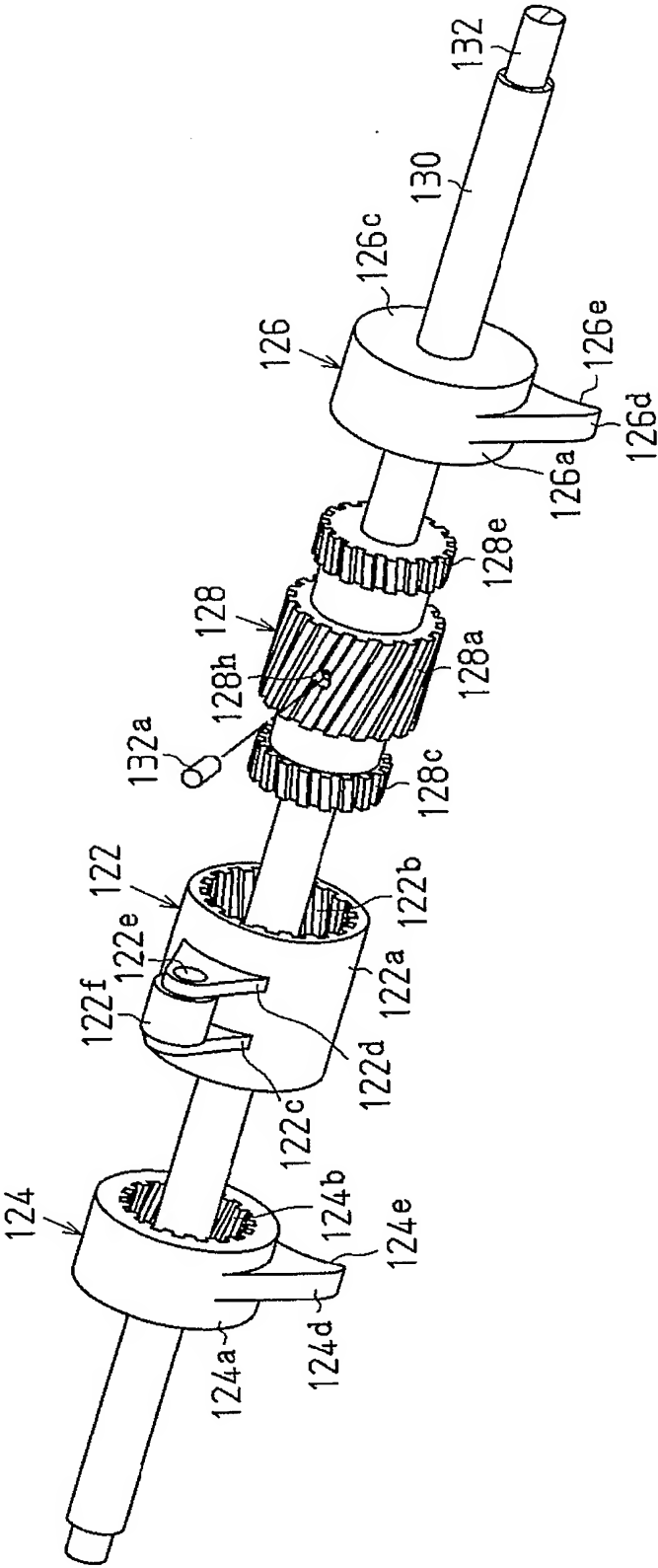
【図 3】



【図 4】

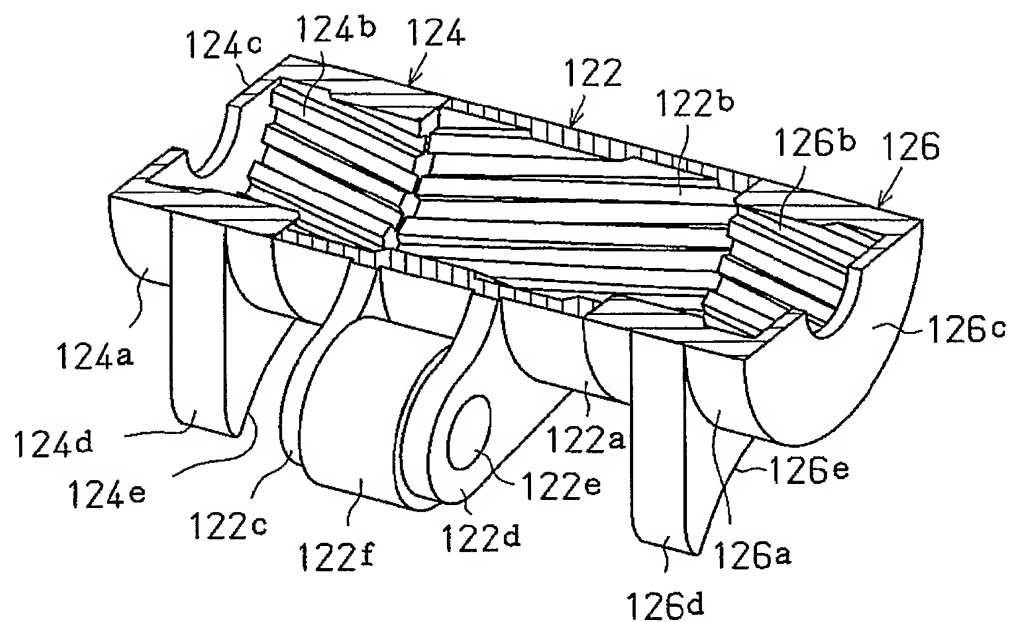


【図 5】

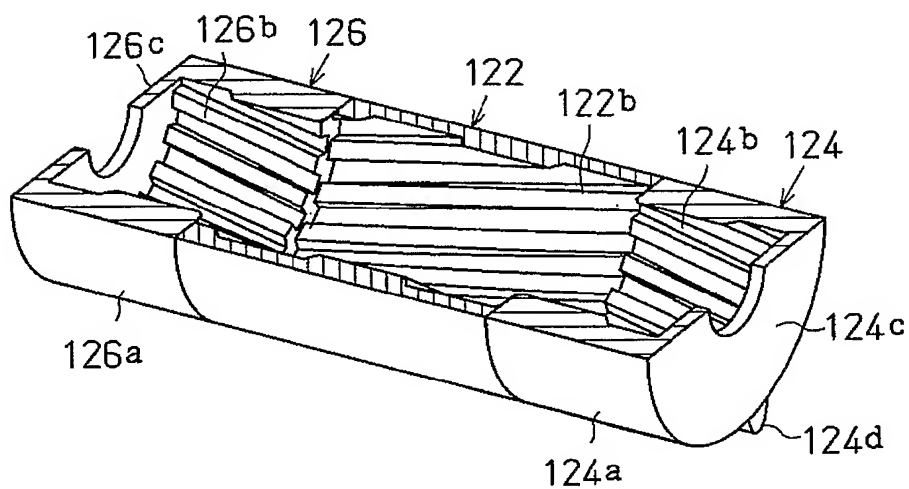


【図 6】

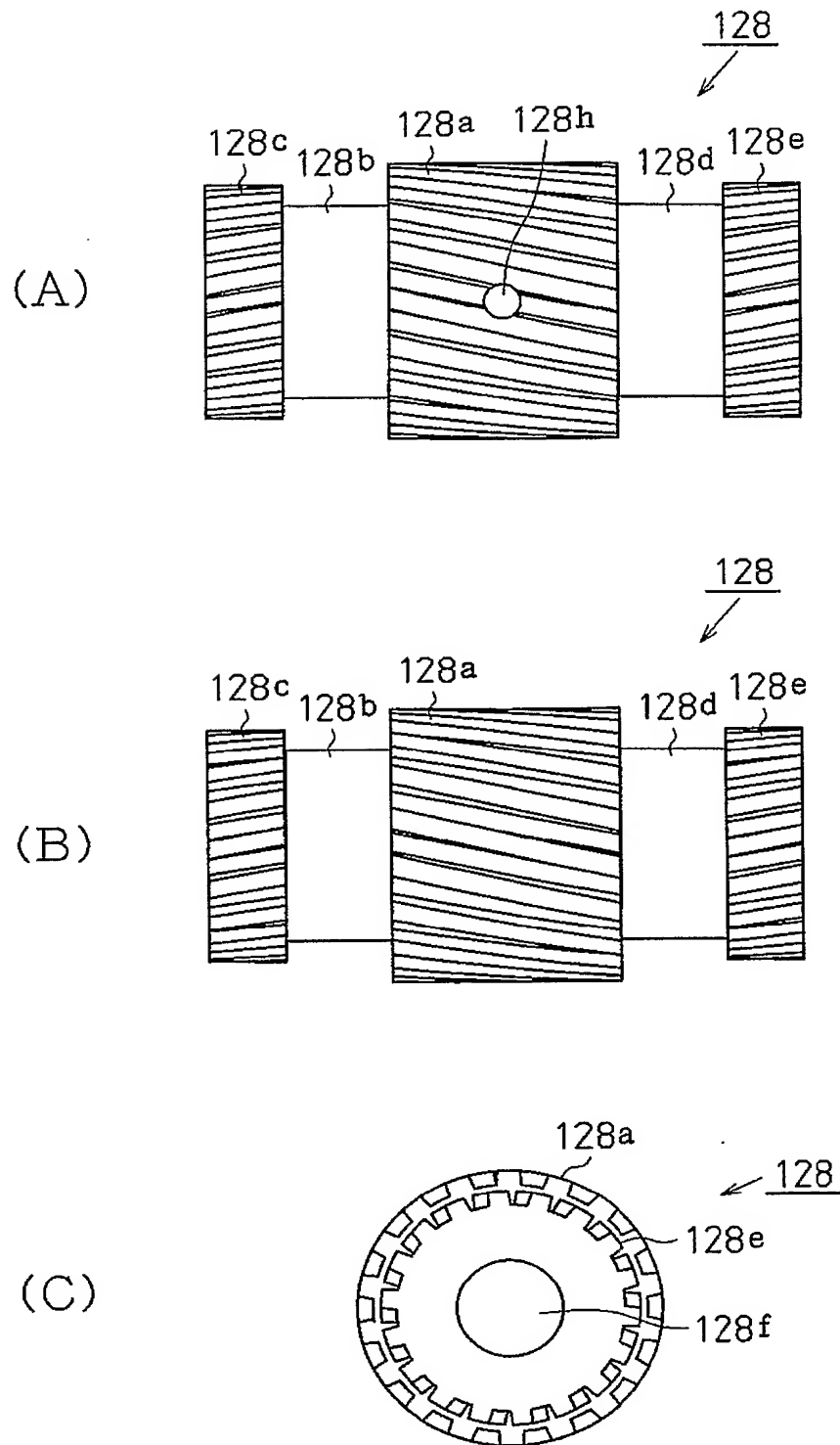
(A)



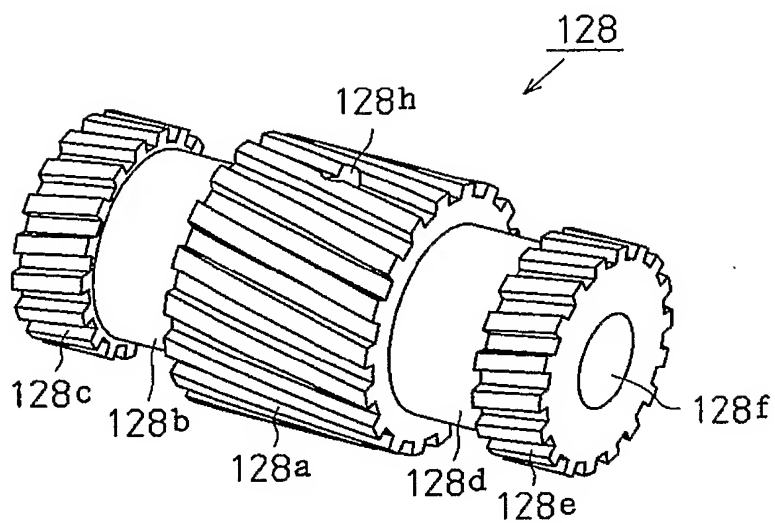
(B)



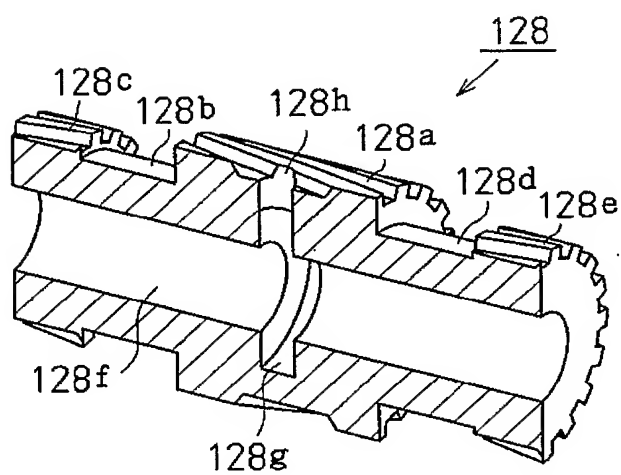
【図 7】



【図 8】

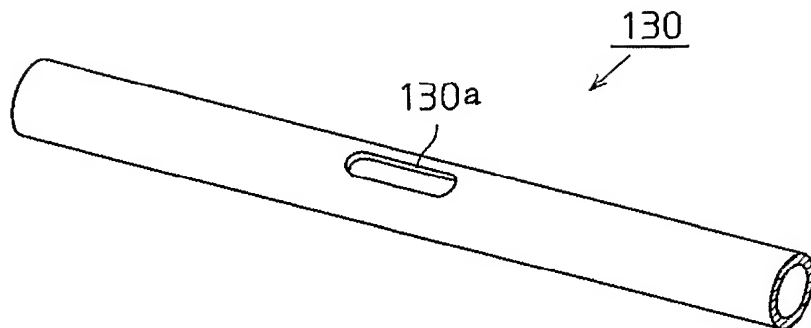


【図 9】

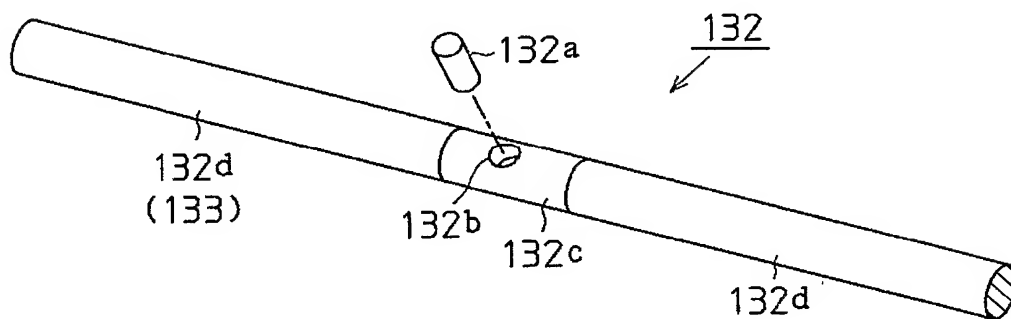


【図 10】

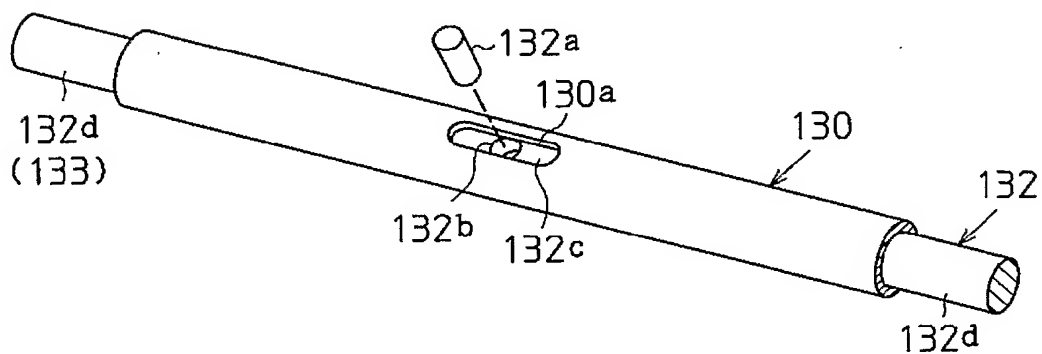
(A)



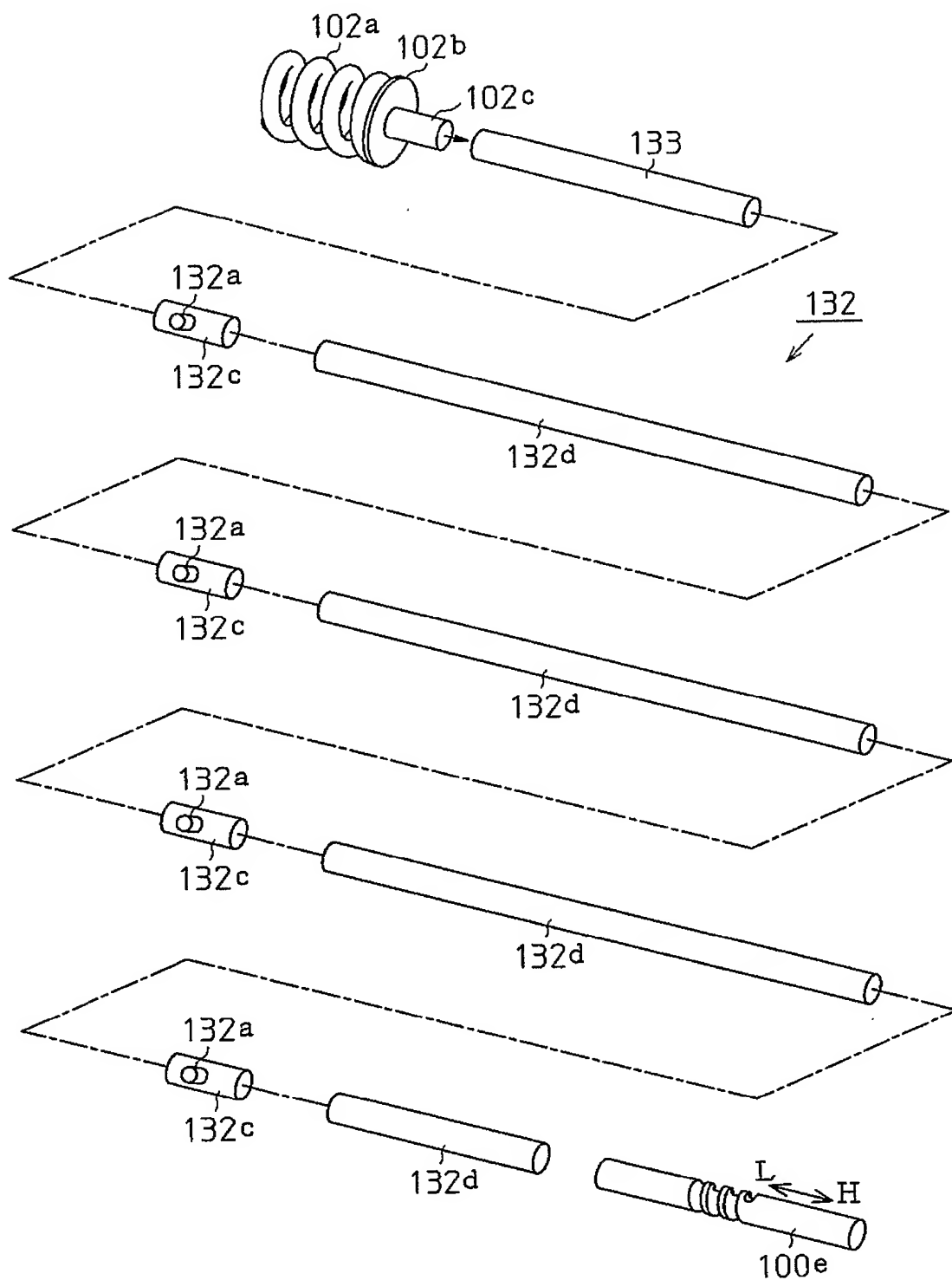
(B)



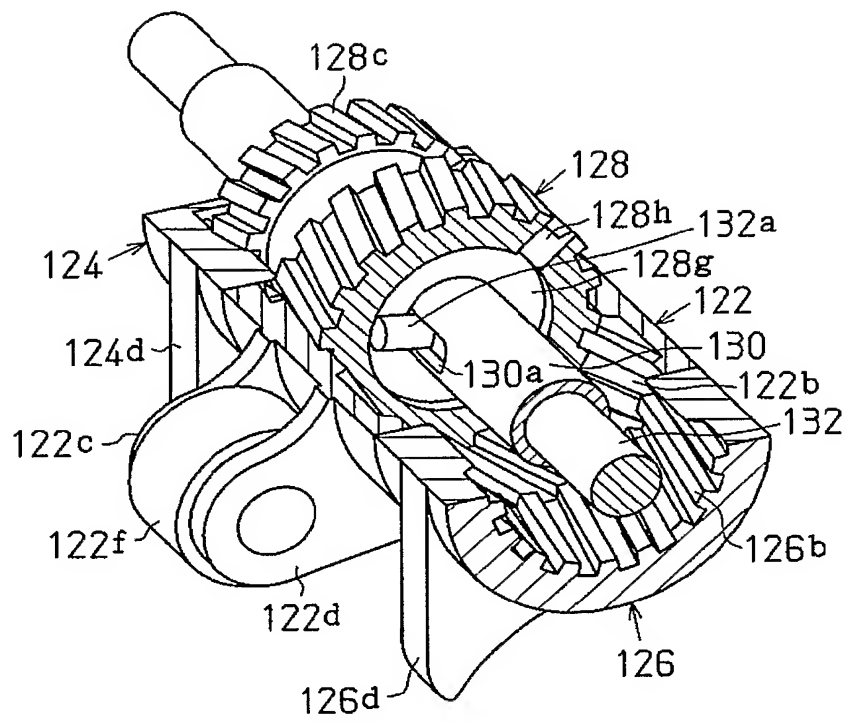
(C)



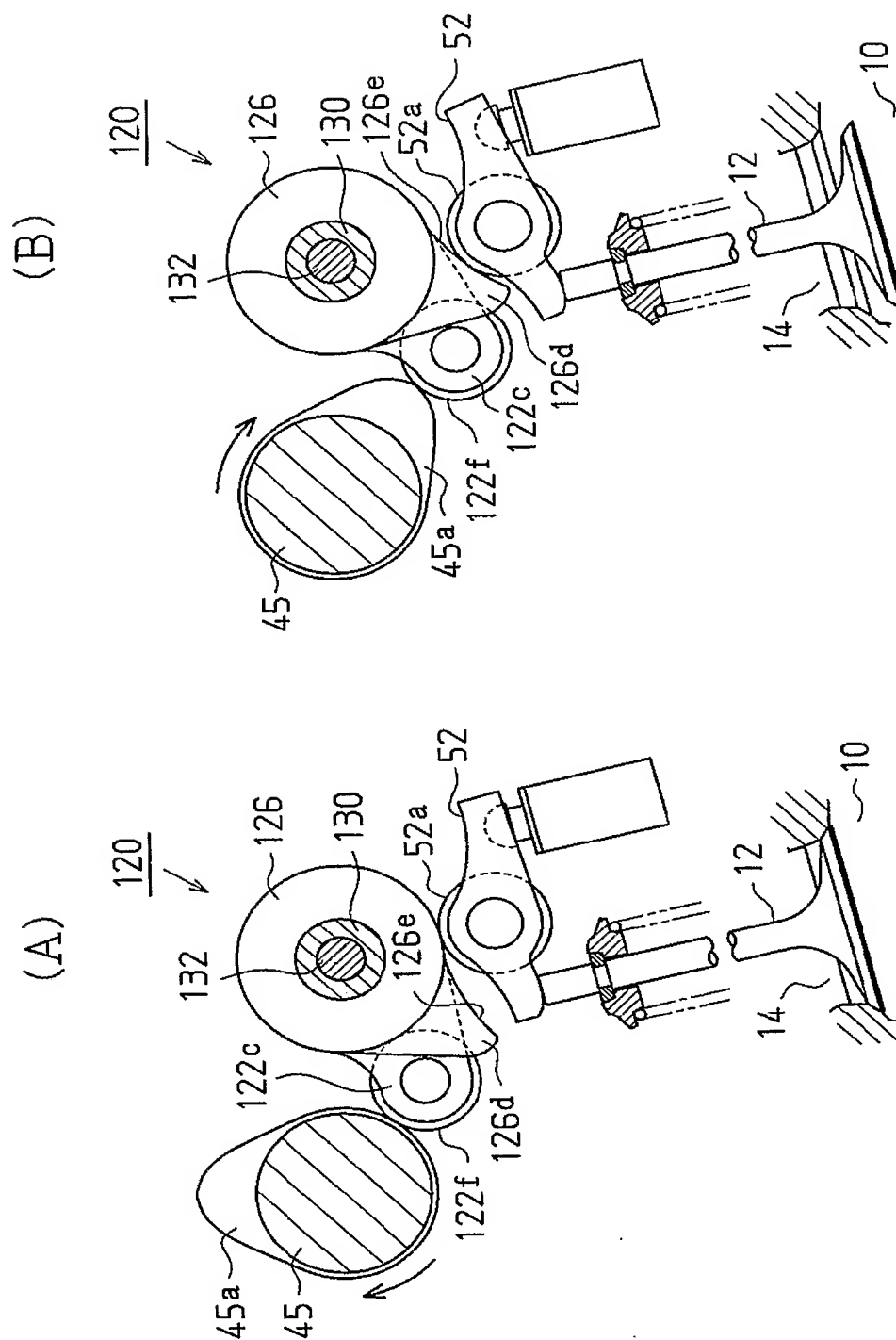
【図 11】



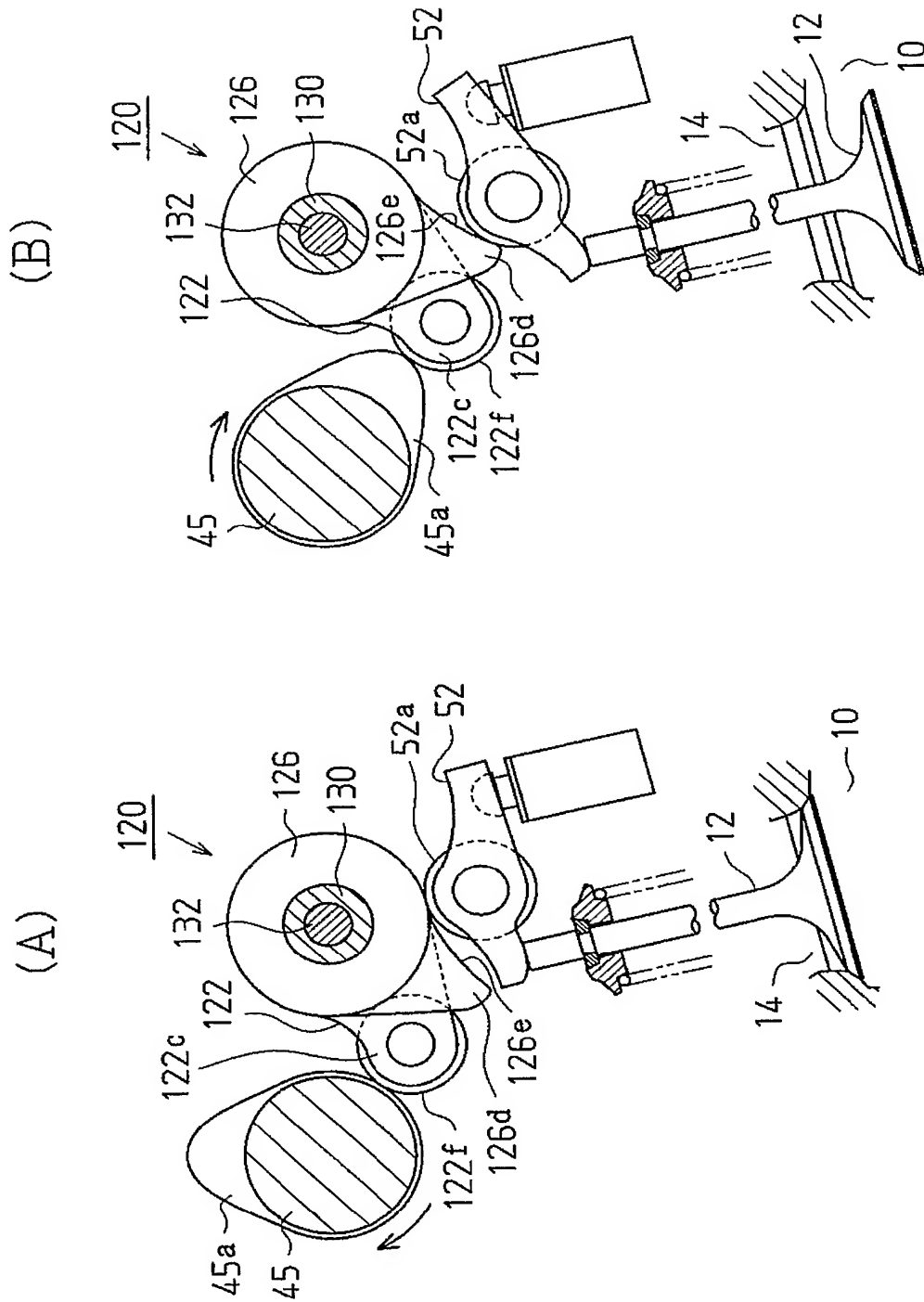
【図 12】



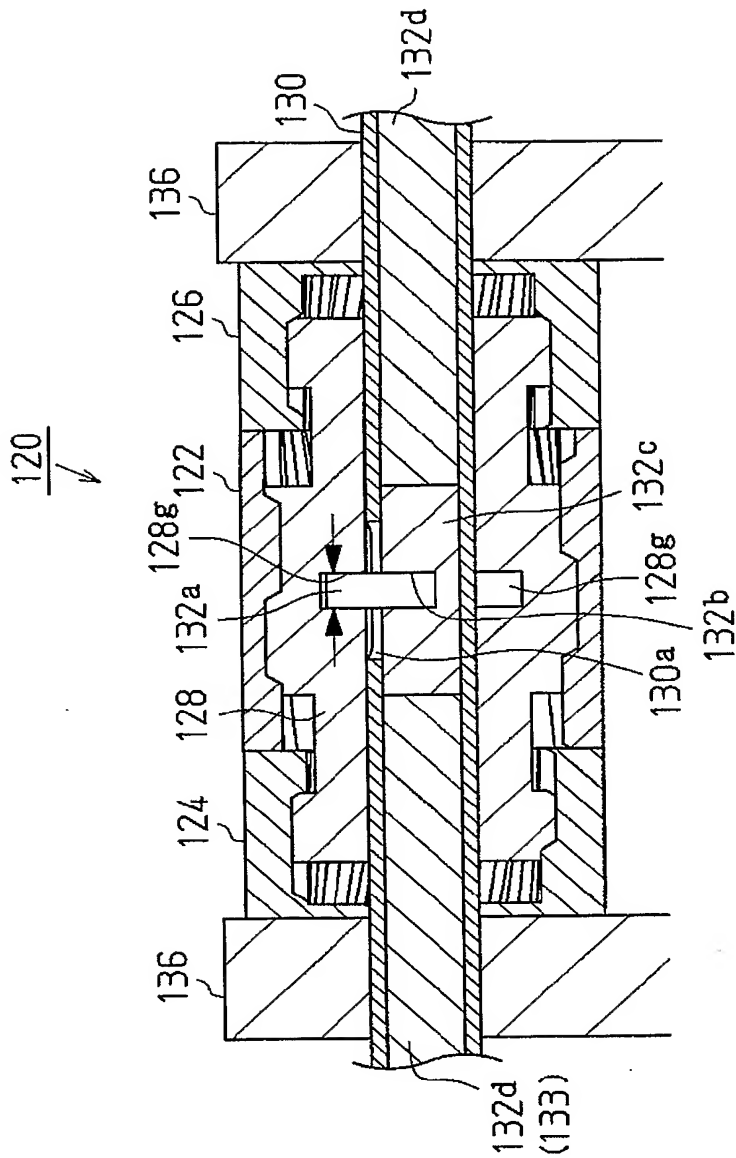
【図 13】



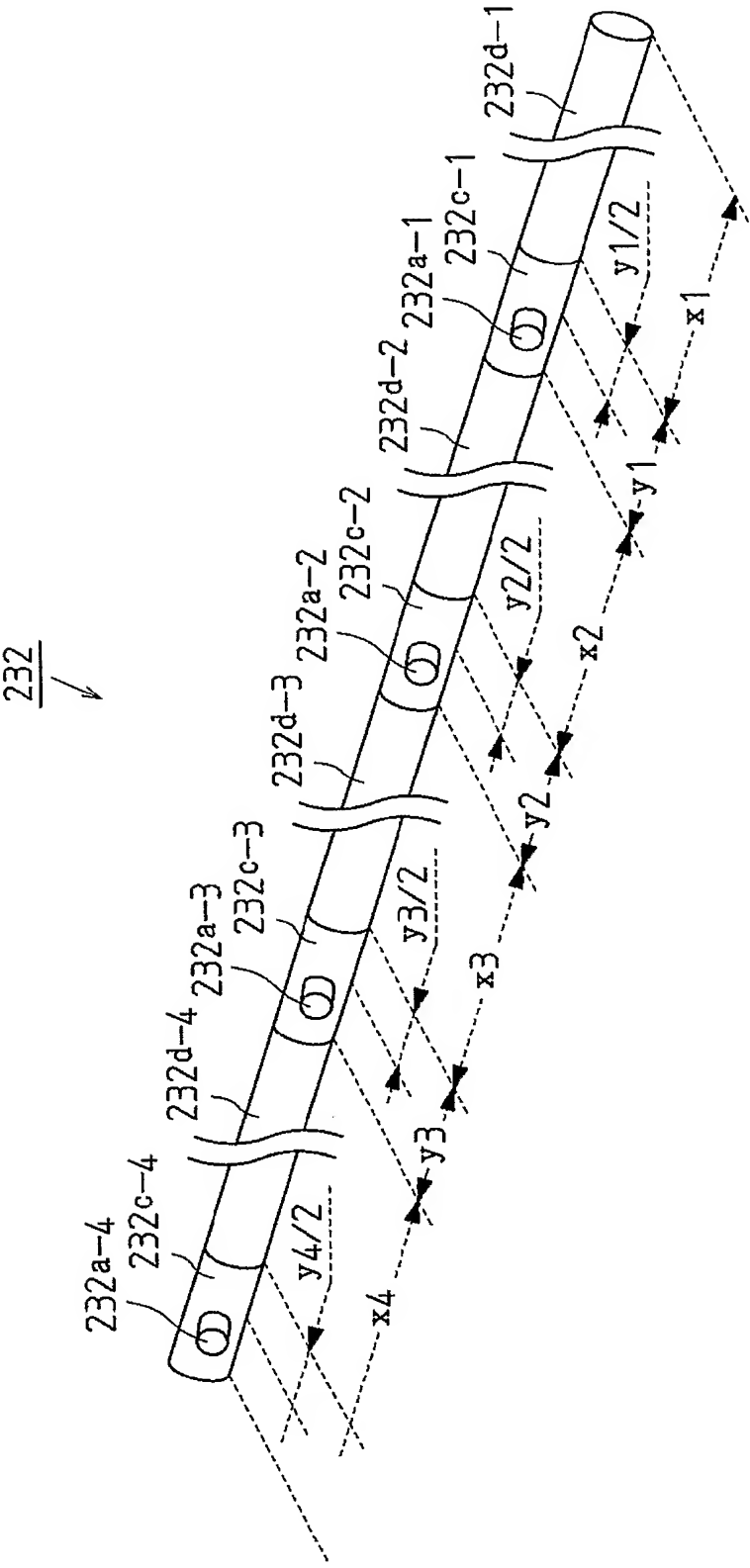
【図 14】



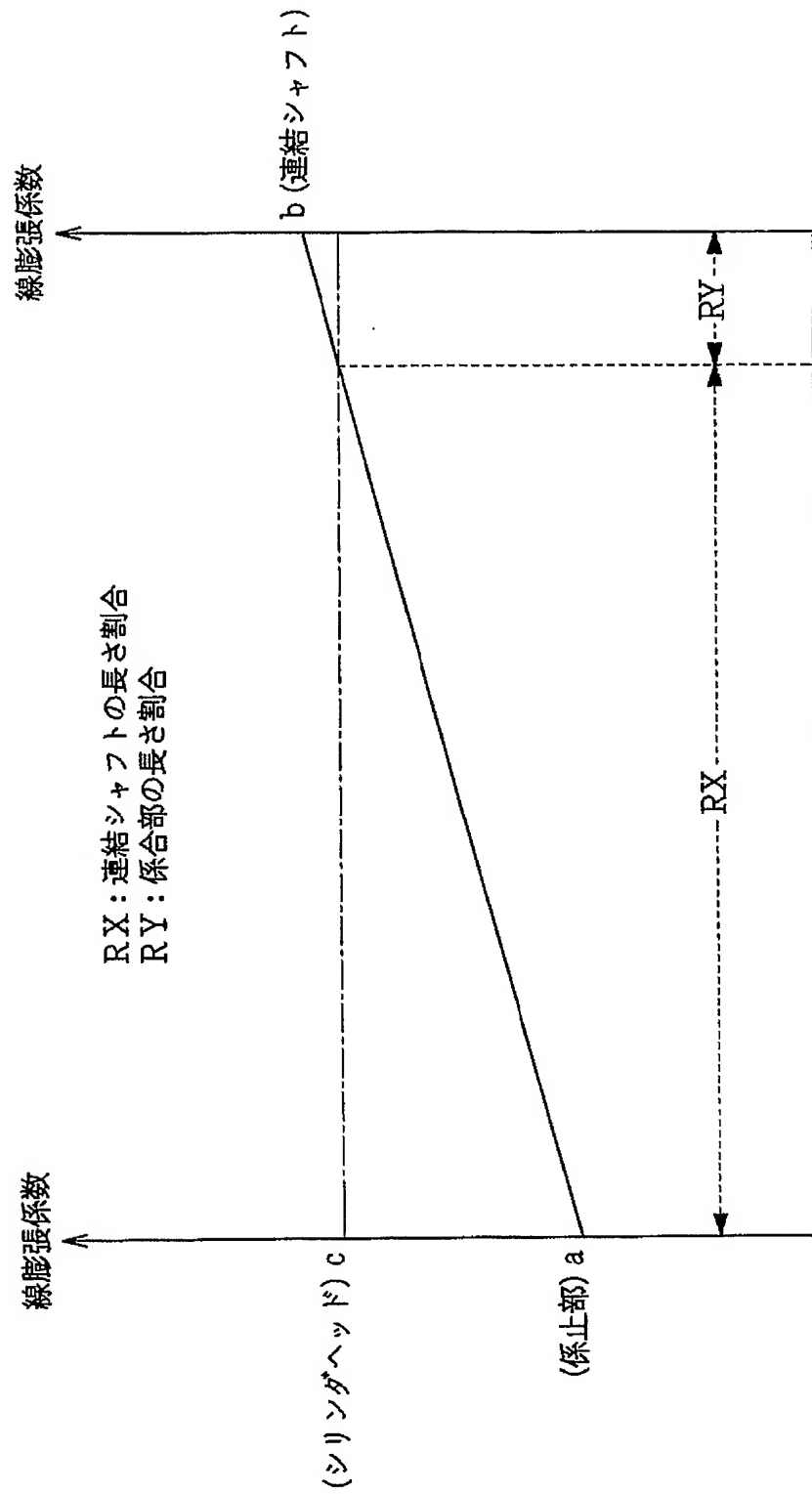
【図 15】



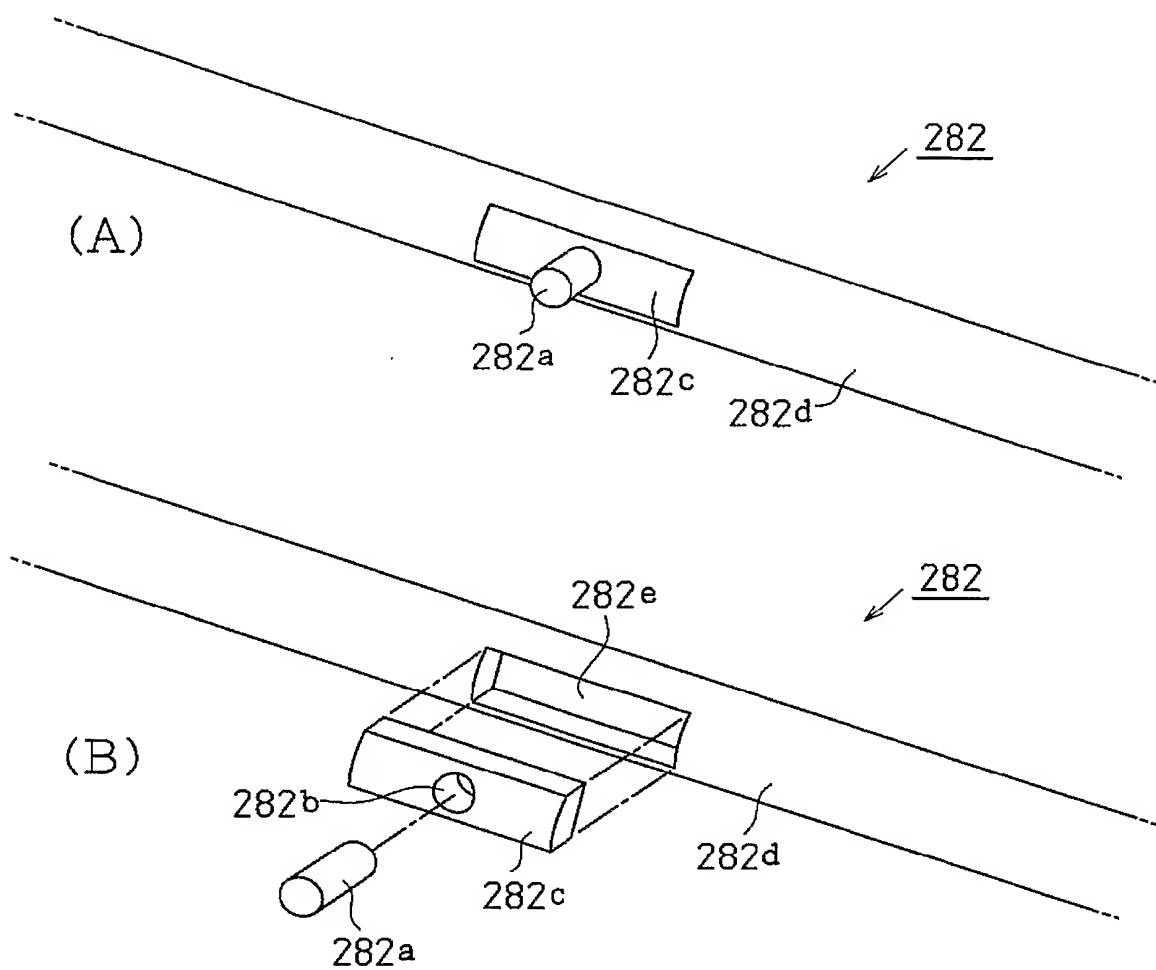
【図 16】



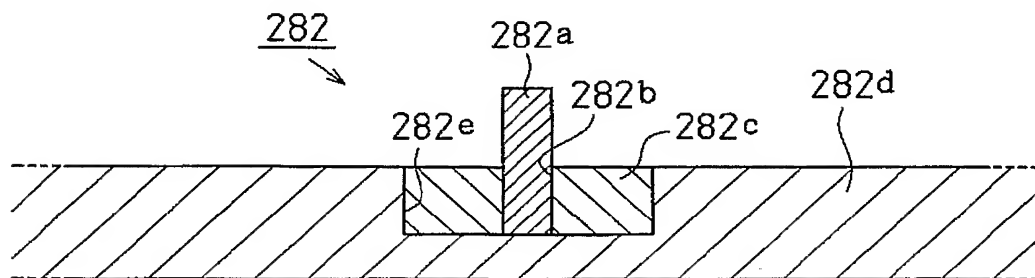
【図 17】



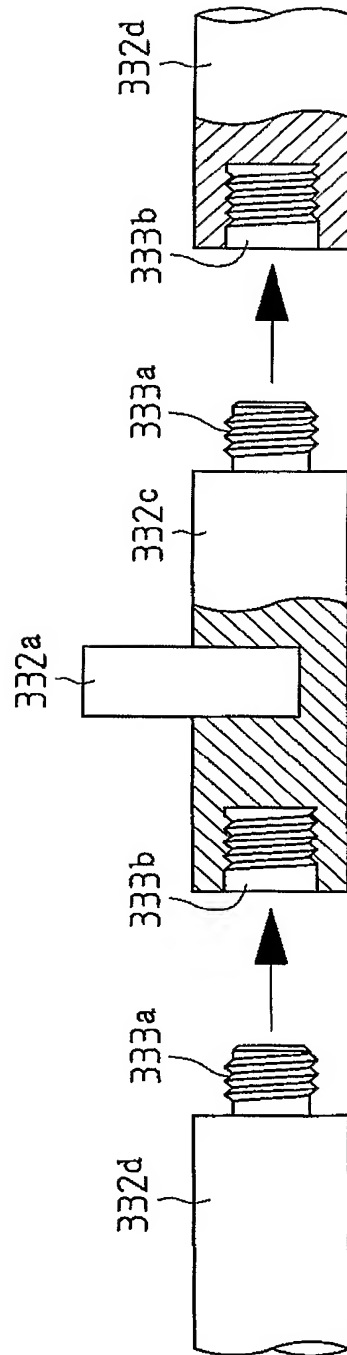
【図 18】



【図 19】



【図 20】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 バルブ特性調節のためのコントロールシャフトの強度を維持し、かつ高精度なバルブ特性制御を可能とする内燃機関の可変動弁機構。

【解決手段】 スライダギアに係合する係合部 1 3 2 c は鉄系材料が用いられ、連結シャフト 1 3 2 d はシリンダヘッドと同じアルミニウム合金材料を用いている。このためコントロールシャフト 1 3 2 全体を鉄系材料とする場合よりも、コントロールシャフト 1 3 2 の熱膨張率をシリンダヘッドに近づけることができる。したがって温度雰囲気が変化してもシリンダヘッドに対する係合部 1 3 2 c の位置ずれが抑制される。そして係合部 1 3 2 c では鉄系材料が用いられていることで係合部 1 3 2 c における強度が十分に維持され、コントロールシャフト 1 3 2 が変形することが防止される。このことにより課題が達成される。

【選択図】 図 1 1



特願 2 0 0 4 - 0 1 0 8 9 6

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 3 2 0 7]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 7 日

[変更理由]

新規登録

住 所

愛知県豊田市トヨタ町 1 番地

氏 名

トヨタ自動車株式会社